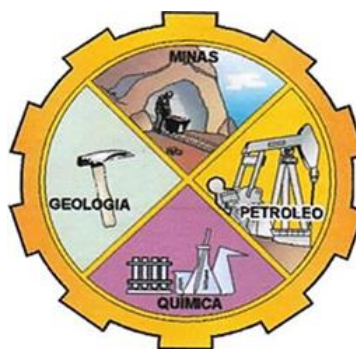


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad de Ingeniería de Minas

Escuela Profesional de Ingeniería de Petróleo



TESIS

**“PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES ASOCIADOS AL
TRANSPORTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO POR
GASODUCTOS VIRTUALES EN EL NORTE DEL PERÚ”**

Presentada por:

Br. Christian Harold Cardoza Arrunátegui

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
PETRÓLEO**

**Línea de investigación: Aprovechamiento y gestión sostenible del
ambiente y los recursos naturales**

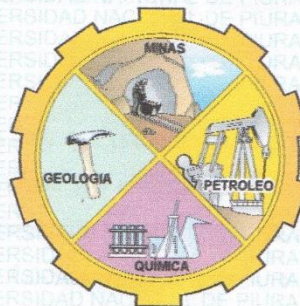
Piura, Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad de Ingeniería de Minas

Escuela Profesional de Ingeniería de Petróleo



TESIS

**“PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES ASOCIADOS AL
TRANSPORTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO POR
GASODUCTOS VIRTUALES EN EL NORTE DEL PERÚ”**

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE PETRÓLEO**

Br. Christian Harold Cardoza Arrunátegui
EJECUTOR

Dr. Ing. Juan Carlos Ignacio Tantaruna Ocas
ASESOR

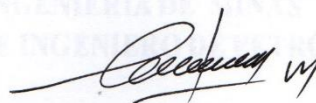
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo, **CHRISTIAN HAROLD CARDOZA ARRUNÁTEGUI**, identificado con CU/DNI N° 0622009021/47247810, Bachiller de Escuela Profesional de Ingeniería de Petróleo, Facultad de Ingeniería de Minas y domiciliado en Calle Amazonas Mz. 04 Lote 05 Las Montero - Castilla, Provincia de Piura, Departamento de Piura, Celular 964486259, Email: c.cardoz.a@gmail.com.

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del Código penal concordante con el Art. N° 32 de la Ley N° 27444, y Ley de Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 19 de Marzo de 2019



Christian Harold Cardoza Arrunátegui
DNI N° 47247810

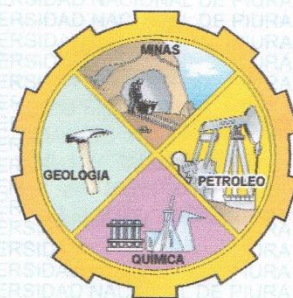
Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Artículo 4. Inciso 4.12 del Reglamento del registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad de Ingeniería de Minas

Escuela Profesional de Ingeniería de Petróleo



TESIS

“PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES ASOCIADOS AL TRANSPORTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO POR GASODUCTOS VIRTUALES EN EL NORTE DEL PERÚ”

PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE PETRÓLEO

Dr. Ing. Wilmer Arevalo Nima
PRESIDENTE

Ing. Aquiles Portal Tafur
SECRETARIO

Ing. Royvelí Carhuachín Gutiérrez M. Sc..
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

DECANATO

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

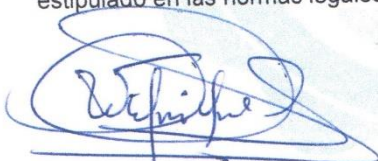
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

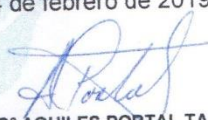
Los Miembros del Jurado Calificador nombrados mediante Resolución N° 031-CF-2019, de fecha veinticuatro de enero de dos mil diecinueve, que suscriben, reunidos el día jueves catorce de febrero de dos mil diecinueve, a horas 1:30 p.m., en el aula del PROMAINA - FIM, para la sustentación de la Tesis titulada "PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES ASOCIADOS AL TRANSPORTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO POR GASODUCTOS VIRTUALES EN EL NORTE DEL PERÚ", conducida por el señor Bachiller en Ingeniería de Petróleo **CARDOZA ARRUNÁTEGUI CHRISTIAN HAROLD**. Efectuadas las observaciones y dadas las respuestas, lo declaran:

DESAPROBADO	A P R O B A D O			
	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente	Excelente
	-----	-----	<u>X</u> -----	-----

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** y solicitar al Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, le otorgue el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE PETRÓLEO**, de conformidad con lo estipulado en las normas legales vigentes de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 14 de febrero de 2019.


DR. ING° WILMER ARÉVALO NIMA
Presidente del jurado calificador


ING° AQUILES PORTAL TAFUR
Secretario del jurado calificador


ING° ROYVEL CARHUACHÍN GUTIÉRREZ M.Sc.
Vocal del Jurado Calificador.

YMN.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por darme la oportunidad de lograr mis objetivos y por su infinita gracia y amor, a mis padres por el gran sacrificio que han hecho por mí, por sus consejos, por los valores que me han inculcado y que me han permitido ser una persona de bien.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi padres Cesar y Amelia, mis hermanas Lizzy y Ariana, por su amor e incondicional apoyo.

Agradezco también a mi asesor de tesis, el Dr. Juan Carlos Tantaruna Ocsas, por compartir sus conocimientos y guiarme durante el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.1.1. Formulación del problema.....	2
1.1.1.1. Pregunta general.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivo específico.....	3
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES	4
2.2. BASE TEÓRICA	4
2.2.1. Generalidades	4
2.2.1.1. Propiedad del gas natural	5
2.2.2. Ubicación y reservas probadas de gas natural en el norte del Perú	5
2.2.2.1. Producción Fiscalizada de Gas Natural - 2016 en la región Piura ..	7
2.2.3. Medios de transporte de gas natural.....	10
2.2.3.1. Gas natural seco (GNS)	10
2.2.3.2. Gas natural comprimido (GNC)	10
2.2.3.3. Gas natural licuado (GNL)	10
2.2.3.4. Gas natural a líquidos (GTL)	11
2.2.4. Recolección y compresión de gas natural en el Lote II – El Alto	11
2.2.4.1. Estación de compresión 321.....	11
2.2.4.2. Estación de compresión 325.....	12
2.2.5. Transporte de gas natural comprimido (GNC) por gasoductos virtuales	12
2.2.5.1. Camión cisterna de tres tubos.....	12
2.2.5.2. Camión cisterna de once/veinte tubos	14
2.2.5.3. Otro sistema de transporte de GNC por gasoducto virtual	17
2.2.6. Procedimiento de seguridad a seguir durante la carga o descarga.....	18
2.3. MOTIVACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	18
2.4. DERECHOS Y OBLIGACIONES FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.....	19
2.5. RIESGOS LABORALES.....	20
2.5.1. Tipos de riesgos laborales	20
2.5.1.1. Riesgos de seguridad	20
2.5.1.2. Riesgos físicos.....	20
2.5.1.3. Riesgos químicos.....	20
2.5.1.4. Riesgos ergonómicos.....	21
2.5.1.5. Riesgos Psicosociales.....	21
2.5.2. Métodos de evaluación de riesgos.....	21
2.5.2.1. Método cualitativo	21
2.5.2.2. Método cuantitativo.....	21
2.5.2.3. Método semicuantitativo	21
2.6. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS	22
2.6.1. En seguridad y salud en el trabajo	22
2.6.2. En gas natural	24
2.7. MARCO LEGAL.....	24
2.8. HIPÓTESIS	25
2.8.1. Hipótesis general	25
2.8.2. Variables.....	25

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	26
3.1. ENFOQUE Y DISEÑO	26
3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.2.1. Población de estudio	26
3.2.2. Muestra de estudio	26
3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	26
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	26
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO EN TRANSPORTE DE GNC	27
4.1.1. Descripción de bloqueo, tarjeteo y verificación	27
4.1.1.1. En el lugar de compra - Planta El Alto (GASCOP).....	28
4.1.1.2. En el destino final - Planta Motupe (Backus).....	28
4.1.2. Procedimientos.....	29
4.1.2.1. Procedimiento de carga de GNC en el lugar de compra (Planta GASCOP)	30
4.1.2.2. Procedimiento de transporte terrestre por cisterna de GNC (Gasoducto Virtual)	31
4.1.2.3. Procedimiento de descarga de GNC en el lugar de destino Cliente).....	32
4.2. ANÁLISIS DE RIESGOS LABORALES.....	32
4.2.1. Análisis económico de la seguridad e higiene industrial.....	34
4.2.2.1. Elementos de costo del accidente y enfermedades.....	34
4.2.2. Costos de accidentes y enfermedades.....	34
4.2.2.2. Costos directos	35
4.2.2.3. Costos indirectos	35
4.2.3. Análisis de costos	35
4.2.3.1. Costo de la seguridad e higiene.....	36
4.2.3.2. Pérdidas por los accidentes y enfermedades	36
4.2.4. Rentabilidad	36
4.3. RESULTADOS	36
4.4. DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1: Propiedades del gas natural.....	5
Tabla N° 2.2: Resumen de reservas de gas natural.....	5
Tabla N° 2.3: Reservas de Gas Natural 2004 – 2015	6
Tabla N° 2.4: Producción Fiscalizada de Gas Natural – 2016 en la región Piura	7
Tabla N° 2.5: Características de la Estación de Compresión.....	11
Tabla N° 2.6: Rango de producción de gas de la Batería 321	11
Tabla N° 2.7: Características de los motocompresores de la EC 325	12
Tabla N° 2.8: Rango de producción de gas de las Baterías 323, 325 y 402	12
Tabla N° 2.9: Características del camión cisterna de tres tubos	12
Tabla N° 2.10: Características del camión cisterna de once tubos.....	14
Tabla N° 4.1: Hoja de ruta del transporte terrestre de GNC Piura – Chiclayo (Ida)	31
Tabla N° 4.2: Hoja de ruta del transporte terrestre de GNC Chiclayo – Piura (Retorno)	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2.1: Reservas de Gas Natural 2004 – 2015.....	6
Gráfico N° 2.2: Distribución Porcentual de Producción Fiscalizada de Gas Natural en la Región Piura	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	2.1:	Camión cisterna con tres tubos para transportar GNC	14
Figura N°	2.2:	Vista esquemática de uno de los once tubos para transportar GNC	16
Figura Nª	2.3:	Componentes del Sistema Galileo	17
Figura Nª	2.4:	Descripción del funcionamiento del Sistema Galileo.....	17

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A1: Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control (IPERC) en el punto de carga de GNC en el lugar de compra (PLANTA GASCOP).....	43
ANEXO A2: Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control (IPERC) para el transporte terrestre de GNC a través del gasoducto virtual.....	44
ANEXO A3: Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control (IPERC) en el punto de descarga de GNC en el destino final (CLIENTE)	45

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

BACH. CHRISTIAN HAROLD CARDOZA ARRUNÁTEGUI

**“PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES ASOCIADOS AL TRANSPORTE DE GAS
NATURAL COMPRIMIDO POR GASODUCTOS VIRTUALES EN EL NORTE DEL
PERÚ”**

RESUMEN

En el presente trabajo se trata de dar a conocer la importancia que tiene el uso del gas natural como fuente de energía en el desarrollo de un país, de una región, particularmente de la región Piura que tiene este recurso en el subsuelo. Piura es una región en desarrollo que viene demostrando un crecimiento desde hace algunos años, con el uso del gas natural es una gran oportunidad de crecer aún más. Llevar este gran recurso a todas las ciudades de la región es complicado por la ausencia de un gasoducto físico, pero existe la tecnología de los gasoductos virtuales que nos permiten llevar ese gas natural comprimido (GNC) a todas las industrias y establecimiento de venta al público de GNV, generando impactos positivos como el beneficio económico para todos los usuarios y al ambiente recibiría emanaciones menos contaminantes que la de otros tipos de combustibles. Podemos pensar en mediano plazo en imitar la masificación del gas en el sur del país. Arequipa, ciudad donde ya están instaladas redes de distribución domiciliarias para el uso del gas natural. Si podemos pensarlo, podemos hacerlo.

Se sabe que el gas natural es una sustancia gaseosa que no se puede transportar vía terrestre tan fácilmente, debido a que tiene que comprimirse 600 veces su volumen para ser transportado en estado líquido como gas natural licuado (GNL), otra opción es transportarlo como gas natural comprimido (GNC), es decir, a temperaturas negativas y a una presión de 250 bar, este tipo de transporte terrestre del gas natural se denomina transporte de gas natural por gasoducto virtual, es considerada una mercancía peligrosa, por lo tanto su transporte debe considerar todas las medidas de seguridad que el caso amerita.

El presente trabajo de investigación considera el análisis nodal de los procesos de carga, transporte y descarga del gas natural comprimido. Por ejemplo, se inicia con el proceso de carga de gas natural en planta de venta de GASCOP en El Alto, el transporte por carretera y la descarga en el destino final, en tal sentido, se deben plantear políticas estrictas en cuanto a seguridad y salud en el trabajo. Se debe prevenir acciones antes que lamentar accidentes. En concordancia con los objetivos planteados es menester optimizar la prevención de riesgos laborales asociados al transporte de gas natural comprimido por gasoductos virtuales en el norte del Perú.

Palabras Clave: Gas natural, desarrollo, gasoducto físico, gasoducto virtual, gas natural comprimido, transporte, seguridad, salud en el trabajo y prevención de riesgos.

**NATIONAL UNIVERSITY OF PIURA
FACULTY OF MINING ENGINEERING
PROFESSIONAL OIL ENGINEERING SCHOOL**

BACH. CHRISTIAN HAROLD CARDOZA ARRUNÁTEGUI

**"PREVENTION OF LABOR RISKS ASSOCIATED WITH THE TRANSPORTATION OF
NATURAL GAS COMPRESSED BY VIRTUAL GAS PIPELINES IN THE NORTH OF
PERU"**

SUMMARY

In the present work, we try to make known the importance of the use of natural gas as a source of energy in the development of a country, even more in our region, Piura, has this resource in its subsoil. It is a region that has been in development for some years, and it is a great opportunity that we have to grow even more with the use of natural gas that we have.

This is a great resource to all the cities of the region complicated by the absence of a physical pipeline and it seems that this is done for a while longer, but there is the technology of virtual gas pipelines that allow us to carry out that compressed natural gas (GNC) to all industries and trade of the sale of NGV, for the economic benefit of all and the environment, to emissions less polluting than other types of fuels. We can think of the medium term in the massification of gas in the south. Arequipa, a city where home distribution networks for the use of natural gas are already installed. If we can think, we can do it.

How good it would be to get all these projects done, but we know that natural gas is not any substance, it is the gaseous state, which can be transported so simply. Natural gas has to be compressed 600 times its volume to be transported, that implies a pressure of 250 bar, highly dangerous, deadly. So, in order to carry out all this natural gas transportation process, loading service in the GASCOP sale plant in El Alto, road transport and unloading at the final destination, we must raise serious policies regarding safety and health at work is concerned. To prevent and regret. We should not achieve a developed region with a deadly cost of people, this is where we have to emphasize our objectives, in optimizing the prevention of risks for workers of all times. The region.

Keywords: Natural Gas, development, industries, establishment of sale to the public of NGV, Physical pipeline, virtual gas pipeline, compressed natural gas, natural gas massification, transportation, GASCOP, labor risks, safety and health at work and prevention.

INTRODUCCIÓN

El transporte es uno de los enlaces esenciales de la cadena de valor del gas natural que hace posibles los proyectos de aprovechamiento de este recurso.

“Según la etapa en la cadena de valor, se observa que en producción, explotación y transporte; y distribución, se concentran trabajadores con educación superior universitaria y técnica; mientras que, en la etapa de comercialización, se concentran, principalmente, trabajadores con educación secundaria.

Los efectos del gas natural sobre el empleo no se limitan al sector, hay encadenamientos que generan gran cantidad de empleos indirectos e inducidos, tal y como se evidencia para el caso peruano. Por cada empleo directo se crean 2 empleos indirectos y 7 inducidos. Estos resultados muestran que la industria del gas es un sector clave para la economía pues además de representar una gran inversión para el desarrollo energético reactiva la demanda de trabajo en otros sectores gracias a su efecto multiplicador.

La industria del gas natural está conformada por 57,5% de empresas de 11 a 100 trabajadores, le sigue en importancia las empresas de 1 a 10 trabajadores (24,4%) y las empresas de 101 a más trabajadores (18,2%).

El empleo en la industria del gas tiene rostro masculino, pero la participación de la mujer ha venido creciendo en los últimos años. A julio de 2013, el empleo femenino en la industria de gas natural ascendió a 4 mil 781 empleos que representó el 23,3% del empleo formal total”¹.

Existe el uso masivo de gas natural para los sectores residencial, comercio, industria y parque automotor en la ciudad de Lima, su abastecimiento se realiza mediante gasoductos y gasoductos virtuales, esta influencia marca el inicio de su masificación en el resto del país, haciéndose más notorio en algunas regiones de la costa sur y costa norte del Perú, particularmente en las regiones de Piura y Lambayeque se realiza a través de gasoductos virtuales, es decir, mediante el transporte de gas natural por camiones cisternas. Dado que el consumo de gas natural está en crecimiento, es necesario tratar los temas vinculados a la seguridad y salud en el trabajo relacionados con la prevención de riesgos laborales realizando un análisis nodal en los puntos de control del transporte de gas natural comprimido a través de gasoductos virtuales.

Con todo lo expuesto, es pertinente realizar propuestas de procedimiento de seguridad para la prevención de Riesgos Laborales en el Transporte de Gas Natural Comprimido a través de Gasoductos Virtuales en el Norte del Perú.

¹ Efectos de la Industria del Gas Natural en el Empleo Peruano, Julio César Pérez Coaguila, Perú.

CAPÍTULO I

ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Existen reservas de gas natural en el país pero que no están distribuidas en todo el territorio nacional, sino que se encuentran distantes unas de otras, además no se cuenta con la infraestructura necesaria para llevar a cada una de las regiones este combustible barato y ecológico de manera segura.

La mayor cantidad de reservas probadas de gas natural en el país se encuentran en Camisea, ubicada en la región Cusco, desde donde se transportan a la ciudad de Lima a través de ductos físicos, para uso residencial, comercial e industrial, dicha región cuenta con el 30% de la población nacional.

Existen proyectos de gobierno para transportar el gas natural hacia las regiones del sur del Perú, sin embargo, en la ciudad de Arequipa su uso residencial se ha expandido a 5000 domicilios con una proyección para 64000 domicilios (empresa FENOSA, 2016), cuyo abastecimiento se da en la modalidad de gasoducto virtual transportándose el gas natural desde la planta de licuefacción de gas natural Pampa Melchorita, en la ciudad de Ica, hasta las plantas de descompresión de gas natural en Cerro Colorado y Sabandía, en la ciudad de Arequipa.

El proyecto de masificación de gas natural en la región Piura se ha visto afectado por problemas de carácter judicial pendientes de resolución a la fecha, cabe mencionar que la región produce este recurso y existen reservas probadas tanto en la costa como en el zócalo.

Al no existir redes físicas para transportar el gas natural en la región Piura, la modalidad utilizada es la de gasoducto virtual, donde el reto es abastecer de la manera más segura a los establecimientos de venta de gas natural para uso vehicular cuyo destino final son los consumidores que tienen vehículos gasolineros convertidos a gas natural.

1.1.1. Formulación del Problema

1.1.1.1. Pregunta General

¿Es totalmente seguro transportar Gas Natural Comprimido a través de Gasoductos Virtuales en el Norte del Perú?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El uso del gas natural en el Perú se está difundiendo masivamente en las viviendas, comercio, industria y parque automotor, iniciándose en la ciudad de Lima, cuyo abastecimiento se realiza a través de gasoductos (red tendida en el subsuelo) y gasoductos virtuales (transporte del gas natural a través de camiones cisternas). Como en el resto del país no existen instalaciones de gasoductos, el transporte por gasoductos virtuales se realiza en algunas regiones tanto en el sur como en el norte del Perú, dado que el consumo de gas natural está en crecimiento, es menester tratar los temas vinculados a la seguridad y salud en el trabajo relacionados con la prevención de riesgos laborales realizando un análisis nodal en los puntos de control del transporte de gas natural comprimido a través de gasoductos virtuales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Hacer propuestas de procedimientos de seguridad para la prevención de riesgos laborales asociados al transporte de gas natural comprimido a través de gasoductos virtuales en el Norte del Perú.

1.3.2. Objetivo específico

- Realizar un análisis nodal de riesgos en los puntos de control del transporte de gas natural comprimido a través de gasoductos virtuales.

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El Proceso de carga del lugar de origen, transporte y descarga al destino final del gas natural comprimido, se toma como ejemplo a la empresa SERVOSA GAS.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Para efectos del presente trabajo de investigación se ha considerado como referencia las siguientes tesis:

AUTOR	:	CHAPOÑÁN MIGUEL, AÍDA CYNTHIA
TITULO	:	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE LOS GASODUCTOS VIRTUALES DE GAS NATURAL
LUGAR Y AÑO	:	Lima, Perú 2013
BREVE COMENTARIO	:	Su objetivo es incentivar el mayor consumo de Gas Natural en nuestro país a través de las diversas tecnologías que se encuentran disponibles en el mercado. Una de las tecnologías son los Gasoductos Virtuales del Gas Natural.
AUTOR	:	CRISANTO CASAS, VÍCTOR HUGO
TITULO	:	EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE REDES EXTERNAS DE GAS NATURAL PARA DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA EN LAS ZONAS URBANAS DE LIMA Y CALLAO
LUGAR Y AÑO	:	Lima, Perú 2007
BREVE COMENTARIO	:	Su objetivo es la evaluación de riesgos del proceso de instalación de redes externas de gas natural para distribución domiciliaria en las zonas urbanas de Lima y Callao.
AUTOR	:	CHAPOÑÁN MIGUEL, AÍDA CYNTHIA
TITULO	:	EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN DE UN GASOCENTRO VIRTUAL DE GAS NATURAL VEHICULAR EN LA CIUDAD DE HUACHO
LUGAR Y AÑO	:	Lima, Perú 2011
BREVE COMENTARIO	:	Su objetivo es evaluar la factibilidad técnica y económica, de la instalación de un gasocentro virtual de gas natural vehicular en la ciudad de Huacho, el cual permitirá satisfacer la demanda existente.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. Generalidades

El 11 de noviembre de 2010, en el distrito de Alto Talara de la Región Piura, se inauguró la estación de compresión madre del primer gasoducto virtual del norte del país, de propiedad de la empresa Gas Comprimido del Perú (Gascop).

Este proyecto, estimado en 12 millones de dólares, comprende la operación de la planta de GNC, que está dotada de modernos sistemas de compresión y almacenamiento; y de unidades de transporte y estaciones de servicio, entre otros.

El principal cliente industrial de Gascop es la empresa Backus y Johnston que comenzó a utilizar gas natural en su planta embotelladora de Motupe, Chiclayo, beneficiándose de esta manera con el empleo de energía limpia y de bajo costo para la obtención del vapor necesario para la producción de sus bebidas, dejando de lado sus equipos operados con bunker y diesel. Para la atención del mercado vehicular, la empresa cuenta con 10 unidades de transporte de última generación con capacidad de 8000 m³ cada una y estaciones de expendio de GNV en las ciudades de Piura y Chiclayo. Gascop está asociada a 4 talleres de conversión vehicular y efectúa programas de talleres y seminarios sobre los beneficios de gas natural y el acceso al suministro. Para alentar la conversión al GNV otorga bonos y otros estímulos a los consumidores.

2.2.1.1. Propiedad del gas natural

En la siguiente tabla se muestra un resumen con los valores medios obtenidos a partir de diversas fuentes:

Tabla N° 2.1. Propiedades del gas natural

Característica	Medida
Componente principal	(~90 %): CH ₄
Temperatura de ebullición a 1 atm	-160 °C
Peso específico (en el punto de ebullición)	0,808 kg/m ³
Densidad en fase líquida	0,423
Poder calorífico	11 990 kcal/kg
Índice octano	125
Densidad relativa al aire	0,625

Fuente: Libro de Reservas de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas

2.2.2. Ubicación y reservas probadas de gas natural en el norte del Perú

Tabla N° 2.2. Resumen de reservas de gas natural

RESUMEN DE RESERVAS DE GAS NATURAL AL 31.12.2015							
ZONA	PROBADAS			PROBABLES	POSIBLES	RECURSOS	TOTAL
	DESARROLLADAS	NO DESARROLLADAS	TOTAL PROBADAS				
GAS NATURAL	(MILES DE MILLONES DE PIES CÚBICOS-BPC)						
NOROESTE	262	85	347	39	119	2,219	2,724
ZOCALO	18	7	24	7	13	8,048	8,092

Fuente: Min Libro de Reservas de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas

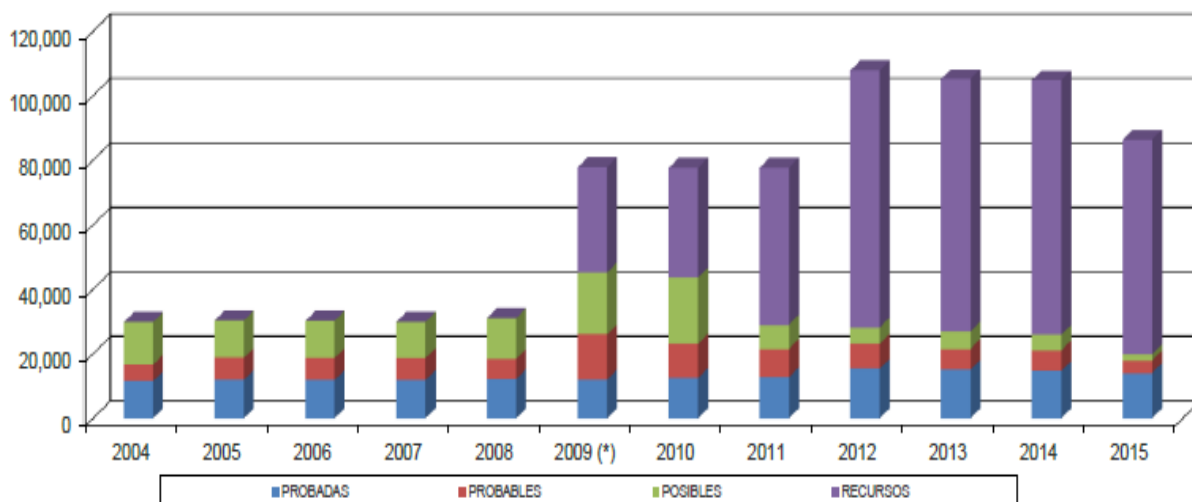
Se observa que al 31 de diciembre de 2015, en la zona Noroeste se registraron 2,724 reservas de Gas Natural, mientras que en la zona del zócalo se registraron 8,092 reservas de Gas Natural.

Tabla N° 2.3. Reservas de Gas Natural 2004 – 2015

RESERVAS DE GAS NATURAL 2004 - 2015							
(MILES DE MILLONES DE PIES CUBICOS-BPC)							
AÑO	PROBADAS			PROBABLES	POSIBLES	RECURSOS	TOTAL
	DESARROLLADAS	NO DESARROLLADAS	TOTAL PROBADAS				
2004	3,420	8,069	11,489	5,166	13,169	-	29,824
2005	3,392	8,536	11,928	6,817	11,612	-	30,357
2006	4,284	7,558	11,842	6,830	11,570	-	30,242
2007	4,174	7,647	11,821	6,832	11,218	-	29,871
2008	6,221	5,980	12,201	6,256	12,644	-	31,101
2009 (*)	9,742	2,261	12,003	14,007	19,251	32,653	77,914
2010	10,027	2,435	12,462	10,622	20,554	34,047	77,685
2011	9,015	3,685	12,700	8,835	7,544	48,647	77,726
2012	10,604	4,772	15,376	7,709	5,142	79,787	108,015
2013	9,964	5,083	15,047	6,507	5,363	78,286	105,203
2014	10,865	3,760	14,625	6,446	4,830	78,876	104,777
2015	8,759	5,327	14,086	3,825	1,971	66,494	86,376

Fuente: Libro de Reservas de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas

Gráfico N° 2.1. Reservas de Gas Natural 2004 – 2015



Fuente: WWW.MINEM.COM.PE – (Libro Anual de Reservas de Hidrocarburos al 31.12.2015)

Nota: Los RECURSOS provienen principalmente de una reclasificación de reservas posibles a recursos a partir del 2009.

2.2.2.1. Producción Fiscalizada de Gas Natural – 2016 en la región Piura

Tabla N° 2.4. Producción Fiscalizada de Gas Natural – 2016 en la región Piura

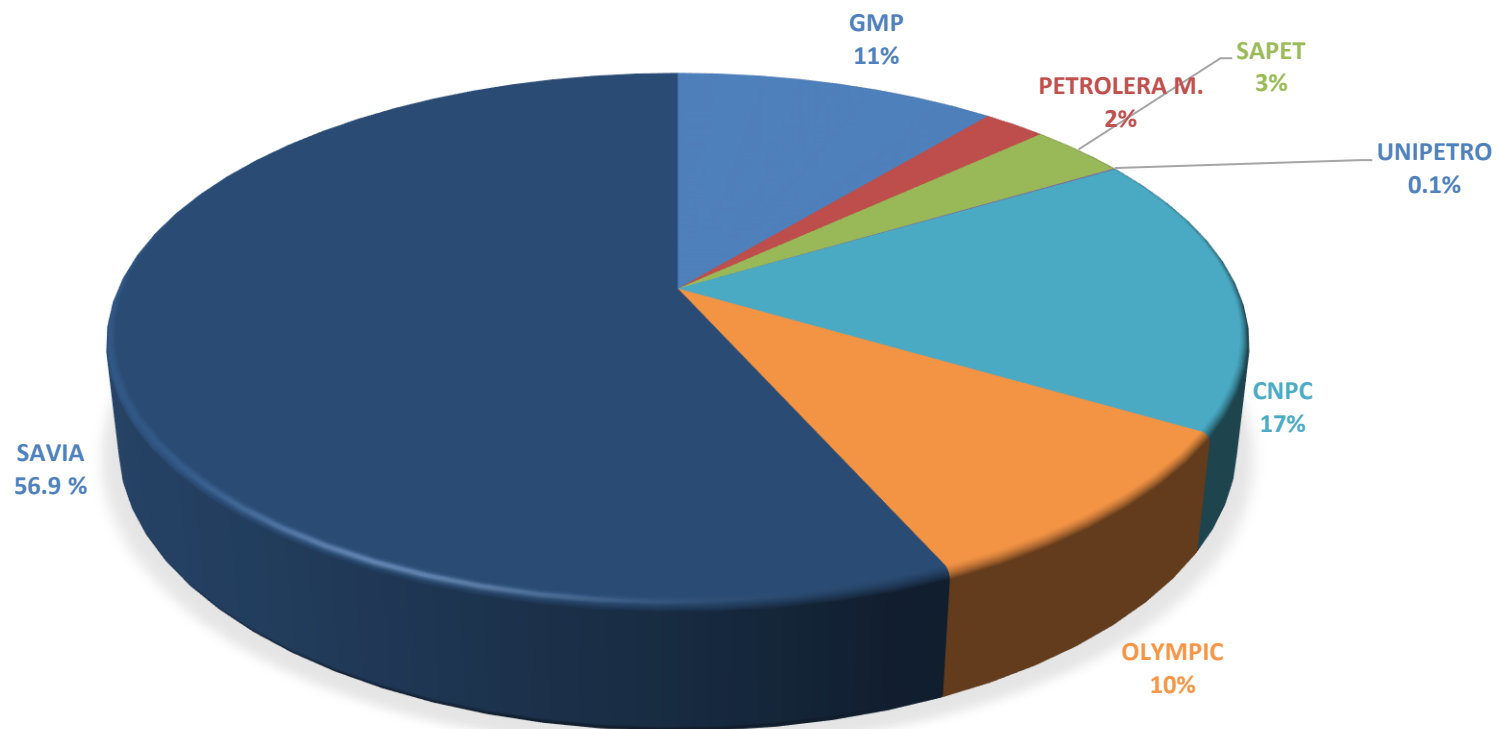
PRODUCCIÓN FISCALIZADA DE GAS NATURAL 2016 (MMPC)

ZONA	OPERADOR	LOTE	ENE	FEBR	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCTU	NOV	DIC	TOTAL	PRODUCCION PROMEDIA DIARIA ANUAL (MMPC)
NOR OESTE	GMP	I	302.39	279.90	286.11	268.90	271.81	263.64	261.48	285.75	288.95	290.32	270.88	281.68	3,352.81	9.16
	PETROLERA MONTERRICO	II	70.90	62.36	68.46	72.25	73.62	78.51	77.56	81.87	87.79	92.41	88.74	83.83	938.29	2.56
	GMP(*)	III	115.77	108.50	96.96	112.96	107.88	98.91	102.02	102.45	97.46	96.68	90.85	90.81	1,221.25	3.34
		IV	17.95	16.69	17.39	15.29	16.31	15.71	16.39	16.22	15.80	15.73	15.91	20.33	199.72	0.55
	GMP	V	9.02	8.13	7.72	11.82	9.03	10.55	10.74	10.72	10.17	10.98	15.85	11.41	126.14	0.34
	SAPET	VI/VII	122.22	113.17	123.03	117.32	120.14	119.64	124.16	130.48	115.20	128.62	129.96	139.00	1,482.86	4.05
	UNIPETRO ABC	IX	2.27	2.30	2.34	2.30	2.23	2.22	2.21	2.28	2.13	2.3	2.20	2.31	27.09	0.07
	CNPC	X	671.24	651.35	645.55	630.03	636.94	604.34	643.40	629.19	601.17	659.61	639.43	648.44	7,660.69	20.93
	OLYMPIC	XIII	371.54	316.82	386.14	356.82	326.98	370.50	391.27	373.45	345.76	356.64	373.83	420.07	4,389.81	11.99
	PETROLERA MONTERRICO	XV	0.9	0.75	0.62	0.59	0.61	0.59	0.56	0.56	0.57	0.60	0.57	0.60	7.52	0.02
	PETROLERA MONTERRICO	XX	0.18	0.17	0.18	0.18	0.22	0.21	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	2.44	0.01
SUBTOTAL			1684.38	1560.15	1,634.50	1,588.45	1,566.77	1564.81	1,630.01	1633.19	1,565.20	1,654.11	1,628.43	1698.70	19,408.71	53.02
ZOCALO	SAVIA	Z-2B	2,205.19	2,007.00	2,060.14	2,032.90	2,073.95	2,029.63	2,119.09	2,158.68	2,132.84	2,160.01	2,169.04	2,183.84	25,332.31	69.21
SUBTOTAL			2,205.19	2,007.00	2,060.14	2,032.90	2,073.95	2,029.63	2,119.09	2,158.68	2,132.84	2,160.01	2,169.04	2,183.64	25,332.31	69.21
TOTAL			3889.57	3,567.14	3,694.64	3,621.36	3,640.72	3,594.45	3,749.10	3,791.87	3,698.05	3,814.12	3,797.47	3,882.54	44,741.03	122.58

Fuente: Libro de Reservas de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas

Gráfico N° 2.2. Distribución Porcentual de Producción Fiscalizada de Gas Natural en la Región Piura

PRODUCCIÓN FISCALIZADA PORCENTUAL DE GAS NATURAL EN LA REGION DE PIURA 2016



Fuente: Libro de Reservas de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas

- **PRODUCCIÓN MENSUAL FISCALIZADA DE GAS NATURAL EN LA REGIÓN PIURA**

En el Noroeste existen 07 empresas Petroleras que producen gas natural, 06 operan en la Costa y 01 en el zócalo continental que es la empresa SAVIA en el Lote Z-2B. La producción mensual durante el presente año 2016 se detalla a continuación:

En enero la producción fue de 3,889.57 MMPC siendo la producción en la costa norte 1,684.38 MMPC y en el zócalo de 2,205.19 MMPC.

En el mes de febrero la producción fue de 3,567.14 MMPC, sufriendo una disminución del 8.3% con respecto al mes anterior. En la costa norte, fue la producción de 1,560.14 MMPC y en zócalo norte de 2,007 MMPC.

En el mes de marzo la producción fue de 3,694.64 MMPC; es decir aumentó en 3.6% con relación al mes anterior; siendo la producción en la costa norte de 1,634.5 MMPC y en el zócalo norte de 2,060.14 MMPC.

El mes de abril se observa una producción de 3,621.36 MMPC; que comparativamente al mes anterior sufre una disminución de 2 %, siendo la producción en la costa norte de 1,588.46 MMPC y en el zócalo norte de 2,032.90 MMPC.

En el mes de mayo se observó un aumento en la producción alcanzando 3,640.72 MMPC, observándose un crecimiento en la producción del 0.5% en relación al mes anterior. En la costa norte la producción fue de 1,566.77 MMPC y en el zócalo de 2,073.95 MMPC.

En mes de junio se obtuvo una producción de 3,594.45 MMPC, logrando una disminución en la producción del 1.27%. En la costa norte de 1,564.82 MMPC y en el zócalo norte de 2,029.63 MMPC.

En el mes de julio se observó una producción de 3,749.10 MMPC, sufriendo un crecimiento del 4.30 % con relación a la producción del mes anterior. En la costa norte se obtuvo una producción de 1,630.01 MMPC y en el zócalo norte una producción de 2,119.09 MMPC.

En el mes de agosto la producción fue de 3,791.87 MMPC, observándose un crecimiento del 1.14% con respecto al mes anterior, siendo la producción en costa norte 1,633.19 MMPC y en el zócalo norte de 2,158.68 MMPC.

En el mes de septiembre la producción fue de 3,698.05 MMPC, disminuyendo la producción en 2.47% con respecto al mes anterior, siendo la producción en costa norte de 1,565.21 MMPC y en el zócalo norte fue de 2,132.84 MMPC.

En el mes de octubre la producción fue de 3,814.12 MMPC, generándose un incremento en la producción del 3.14% con respecto al mes anterior, registrando una producción en costa norte de 1,654.11 MMPC y de zócalo norte de 2,160.01 MMPC.

El mes de noviembre la producción fue de 3,797.47 MMPC donde se notó una disminución de la producción del 0.44% con respecto al mes de octubre, la producción de la costa norte fue de 1,628.43 MMPC y en el zócalo fue de 2,169.04 MMPC.

En el mes de diciembre la producción fue de 3,882.54 MMPC notándose un incremento en la producción del 2.24% con respecto al mes anterior, teniendo en la costa norte una producción 1,698.7 MMPC y en el zócalo norte 2,183.84 MMPC.

En el presente año se alcanzó una producción de gas de 44,741.03 MMPC/AÑO cuyo promedio mensual fue de 3,728.42 MMPC/mes con un promedio diario de 122.58 MMPC/día.

2.2.3. Medios de transporte de gas natural

Hasta ahora, las dos formas prácticas de transportar gas natural son i) haciéndolo circular en estado gaseoso a través de gasoductos o ii) enfriarlo y transportarlo como gas natural líquido (GNL). Otras alternativas como el gas natural a líquidos (GTL²) aún deben resolver los problemas tecnológicos que limitan su producción y transporte a escalas y costos competitivos.

2.2.3.1 Gas Natural Seco (GNS)

El aprovechamiento del gas natural en estado gaseoso involucra su transporte por ductos en diferentes etapas de la cadena de valor. Una vez extraído de pozos ubicados en tierra firme (onshore) o mar adentro (offshore), el gas natural es enviado por gasoductos a plantas de procesamiento para separarlo de los líquidos de gas natural (LGN), eliminar sus impurezas y reducir los niveles de otros gases³ que dificultan su manejo y procesamiento. El gas así obtenido se denomina también gas natural seco (GNS).

Desde las plantas de procesamiento, el GNS es transportado, también por gasoductos, hasta las estaciones de regulación y medición (City Gate) para luego ser entregado (igualmente por ductos) a centrales de generación eléctrica, plantas industriales, plantas de gas natural comprimido (GNC), estaciones de gas natural vehicular (GNV) y redes urbanas de distribución del hidrocarburo.

2.2.3.2 Gas natural comprimido (GNC)

Hoy en día el GNC, cuyo transporte se hace vía terrestre por medio de cisternas o contenedores modulares⁴ capaces de soportar altas presiones⁵, estibados sobre camiones o vagones ferroviarios, permite atender la demanda de gas natural de clientes industriales, comerciales, vehiculares, y domésticos (enlazados a una red local de suministro gas natural), ubicados en zonas donde los gasoductos convencionales no llegan aún o donde no podrán llegar por razones técnicas y económicas.

El GNC tiene aplicaciones y usos en muchos sectores, pero en determinados países, como en el caso del Perú, el GNC se emplea predominantemente como combustible de uso vehicular por ser éste una alternativa sustentable (más económica y ambientalmente limpia) respecto a los combustibles líquidos derivados de petróleo. Para el gas destinado al uso vehicular se emplea indistintamente los términos GNC y gas natural vehicular (GNV). En el Mercosur⁶ es obligatorio el uso de ambos términos para identificar al GNC y a las unidades propulsadas por este combustible.

2.2.3.3 Gas natural licuado (GNL)

Si el gas natural tiene como destino a mercados muy distantes (en muchos casos más allá de las fronteras de los países productores), lo técnico y económicamente viable será convertirlo a gas natural líquido (GNL) para enviarlo por vía marítima o fluvial (en barcos metaneros esféricos o de membrana) hasta los terminales o centros de regasificación. El transporte del gas natural, desde los pozos de extracción o las plantas de procesamiento y de éstas hasta las plantas de licuefacción, se hace por gasoductos.

Otra modalidad de transporte de GNL es a bordo de cisternas (especialmente diseñadas para este fin) desde las plantas de regasificación que reciben el producto de los buques metaneros

² Gas to Liquid (GTL).

³ Por lo general gases ácidos como el ácido sulfhídrico (H₂S) y el dióxido de carbono (CO₂).

⁴ Modalidad de Gasoductos Virtuales.

⁵ Habitualmente entre 200 y 250 bar, según la normativa de cada país.

⁶ Mercosur,- miembros plenos: Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela (en proceso); asociados: Bolivia, Chile, Colombia, Perú y Ecuador; observador: México.

hasta clientes que disponen de instalaciones para almacenar y regasificar GNL. Esta es la única modalidad de transporte de GNL posible para los clientes a los que no llega el gasoducto convencional.

2.5.3.4. Gas natural a líquidos (GTL)

Se hace referencia al gas natural a líquidos (GTL, por sus siglas en inglés) como nueva alternativa en el transporte del hidrocarburo, pero ¿qué es o a qué se refiere el GTL?

En respuesta a esta interrogante debe señalarse que el GTL es un proceso químico de conversión de gas natural a combustibles líquidos para utilizarlos en el transporte, con grandes ventajas respecto a los demás combustibles líquidos derivados de petróleo. Tiene una combustión limpia, ya que su contenido de azufre es prácticamente nulo y no genera emisiones sulfurosas. Su transporte se realiza por poliductos y cisternas.

Esta tecnología se utiliza actualmente en una planta en Malasia que produce 14 000 barriles de estos productos líquidos al día. Existe una segunda planta en Qatar que tendrá una capacidad 10 veces mayor. El GTL se está probando en vehículos en China, Alemania y EE.UU. (California). Sus problemas son el alto costo de las plantas de GTL, sus bajos rendimientos y sus altos precios finales.

2.2.4. Recolección y compresión de gas natural en el Lote II – El Alto

El lote II está dividido en 4 zonas, Coyoitas, Golondrina, Hualtaca y Ronchudo, siendo en la primera donde se ubican las dos estaciones de compresión de gas, Estación Compresión 321 y la Estación De Compresión 325 a donde llega el gas asociado recolectado de baterías de producción y el gas no asociado de pozos productores de gas.

La recolección de gas se da directamente de los pozos productores hasta el manifold de la estación de compresión y de gas que resulta de las baterías de producción que también se lleva hasta la estación de compresión. El transporte se efectúa mediante líneas de tuberías de entre 2" y 4".

2.2.4.1. Estación de compresión 321

En esta estación de compresión se encuentran dos motocompresores, los cuales presentan las siguientes características:

Tabla N° 2.5. Características de la Estación de Compresión

MOTOCOMPRESOR	N° DE ETAPAS	P. DE SUCCIÓN MAX (PSIG)	VOLUMEN DE DESCARGA (SCF)
AJAX DPC – 140	2	20	500,000
ARIEL JG2 – 3	3	20	400,000

Fuente: Petrolera Monterrico S.A.

Estos compresores son alimentados por un Manifold pequeño, al cual llega gas de baja de la Batería de Producción 321.

Tabla N° 2.6. Rango de producción de gas de la Batería 321

BATERIA	PRODUCCIÓN (MPCD)
321	350 – 450

Fuente: Petrolera Monterrico S.A.

2.2.4.2. Estación de compresión 325

Tabla N° 2.7. Características de los motocompresores de la EC 325

MOTOCOMPRESOR	N° DE ETAPAS	P. DE SUCCIÓN MAX (PSIG)	VOLUMEN DE DESCARGA (SCF)
AJAX DPC – 140	2	20	500,000
ARIEL JGQ -3	3	30	400,000
AJAX DPC – 360	3	8	1'200,000

Fuente: Petrolera Monterrico

Estos compresores son alimentados por un Manifold, al cual llega gas de las baterías 325, 323 y 402. La descarga de gas de los tres compresores de esta estación llega hasta un Manifold de media donde también llega gas de los pozos 20, 63 y 12007, para luego ser llevado hasta otro manifold en la Planta de venta donde se reúne el gas de ambas estaciones de compresión los pozos de alta ya mencionados y gas de los pozos Px7 y P13 el cuál funciona a su vez como pozo inyector.

Tabla N° 2.8. Rango de producción de gas de las Baterías 323, 325 y 402

BATERIA	PRODUCCIÓN (MPCD)
323	450 – 500
325	300 – 400
402	700 - 750

Fuente: Petrolera Monterrico

La producción de gas del Lote II de Petrolera Monterrico estaba en el rango de 2 MMPCD y 2.5 MMPCD.

2.2.5. Transporte de gas natural comprimido (GNC) por gasoductos virtuales

Un gasoducto virtual es un sistema que hace posible el transporte terrestre, marítimo y fluvial de gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNL) a lugares donde no existen redes de ductos convencionales, mediante el empleo de camiones-cisterna y barcos metaneros.

En la región Piura existen dos empresas concesionarias para el abastecimiento de GNC a los establecimientos de venta de gas natural para uso vehicular, Gascop y Energy Clean, por otro lado, la empresa que se encarga del transporte de GNC es SERVOSA GAS.

2.2.5.1. Camión cisterna de tres tubos

Tabla N° 2.9. Características del camión cisterna de tres tubos

Característica	Medida	
Empresa	FPC Inc. (Floating Pipeline Company)	
Código de producto	C340	
Producto	Contenedor ISO de 40 pies con tres tubos	
Longitud	40 pies	12,192 m
Anchura	8 pies	2.438 m
Contenedor de altura	8 pies	2.438 m

Peso del envase	~ 76,916 libras	~ 34.9 toneladas
Peso de tara	~ 63,916 libras	~ 29.0 toneladas
Peso neto (carga útil)	~ 13,000 libras (gas)	~ 5.9 toneladas (gas)
Presión operacional	3600 psi	250 bar
Temperatura de funcionamiento	-40 oF a 112 oF	-40 ° C a 45 ° C
Volumen de gas (stp - CNG)	~ 235,000 ft ³ (975 ft ³ volumen de agua)	~ 6,700 m ³ (27,600 L volumen de agua)

Fuente: Gas Comprimido del Perú S.A (GASCOP)

El sistema integrado de gas natural comprimido de la empresa FPC consiste en un recipiente de presión reforzado compuesto (CRPV) montado en una disposición de contenedor ISO. Los contenedores utilizan un sistema de nomenclatura numérica. Por ejemplo, un contenedor C340 usa C para el contenedor ISO intermodal, 3 para tres CRPV y 40 para una designación de longitud de contenedor ISO de 40 pies.

Estos contenedores contienen 3 CRPV horizontales, cada uno con una presión de funcionamiento nominal máxima de 3600 psig (248 bar).

El contenedor C340 vacío pesa aproximadamente 64 000 lbs (29 000 kg) sin el chasis del Contenedor.

Cada tubo tiene 35 pies (10,7 m) de largo y 42 pulgadas (1066 mm) de diámetro, lo que proporciona un volumen de agua interior de aproximadamente 350 pies cúbicos (9,9 metros cúbicos).

El almacenamiento total de gas es de aproximadamente 250 mscf a 3600 psig (7140 M a 248 bar), dependiendo de la composición del gas, los factores de compresibilidad y la temperatura para el C340 envase.

El contenedor C340 tiene tres puertos de inspección CRPV de 4 pulgadas en el extremo delantero (o extremo del tractor) del contenedor protegido por puertas ligeras. Estas puertas se pueden bloquear con un pad o Cerradura de cerrojo a través del mango. Los puertos de inspección solo serán utilizados durante las principales Periodos de recertificación.

En la parte trasera del contenedor C340 el gas se carga y descarga a través de CRPV de 2 pulgadas Encabezados Una puerta con cerradura protege cada CRPV y su conjunto de cabecera CRPV asociado. El conjunto de encabezado CRPV proporciona las siguientes funciones:

- Válvula de alivio de seguridad (SRV): cada CRPV está equipada con un SRV y una tubería de ventilación para proporcionar protección contra sobrepresión en caso de incendio externo o sobre llenado del CRPV. El SRV tiene un punto de ajuste de 3960 psig (273 bar) al que está conectada la tubería de ventilación La salida del SRV y descarga cualquier gas verticalmente hacia arriba y lejos del C340.
- Válvula de aislamiento CRPV: esta válvula proporciona el principal medio de contención de gas en El CRPV. Se mantiene cerrado durante el transporte del C340. Un manómetro de presión CRPV en el conjunto del cabezal indica la presión CRPV.

- Acoplamiento CNG de conexión rápida: este acoplamiento se utiliza para conectar el CRPV al relleno o coloque el cabezal de la estación (decantador) a través de una manguera de GNC de alta presión aprobada (suministrado por el usuario final).
- Válvula de ventilación: se utiliza una válvula de ventilación para aliviar la presión en la línea entre la Válvula de aislamiento CRPV y acoplamiento CNG de conexión rápida. Un manómetro en la válvula de ventilación se utiliza para confirmar el estado de presión de la tubería. Cables de tubo de ventilación aguas abajo de la válvula de ventilación y descarga cualquier gas verticalmente hacia arriba y lejos de El C340.

Figura N° 2.1. Camión cisterna con tres tubos para transportar GNC.



Fuente: Gas Comprimido del Perú S.A. (GASCOP)

2.2.5.2. Camión cisterna de once tubos

Tabla N° 2. 10. Características del camión cisterna de once tubos

Característica	Medida	
Empresa	NK Corporation Co., Ltd	
Modelo	TT11-2420CNG	
Diámetro externo	22 pulgadas	0, 5588 m
Longitud	38 pies	11.5824m
Max. Presión de trabajo	250 bar	3625 psi
Hyd. Presión de prueba	375 bar	5438 psi
Temperatura de trabajo	-40 °C ~ +65 °C	
Servicio de aplicación	Comprimido, gases licuados	
Peso de la tara (aprox.)	2570 Kg	
Volumen total de agua	2420 l x 11 BT = 26620 litros	
Capacidad total de gas(GNC / m3)	7200	

Fuente: Gas Comprimido del Perú S.A. (GASCOP)

ESTRUCTURA DE ISO SKID

- 11 tubos están instalados en horizontal con 3 capas en la plataforma de transporte (patín).
- La estructura y dimensión del patín cumple con todos los requisitos de la norma internacional de skid ISO.
- Los tubos se han fijado en ambos extremos de la plataforma de transporte antideslizante.
- Los tubos se instalan por separado en caso de cualquier problema.
- Los tubos se fijan con el lado luminoso a la posición superior y se instalan topes de tubo en caso de cualquier movimiento.

Cilindro de tubo sin costura

- Tubo Cr-Mo de alta calidad por proceso de hilado.
- Se han atornillado los cuellos interiores y exteriores del tubo.
- La rosca exterior de los cilindros del tubo está conectada con la Brida en ambos extremos del patín para evitar el movimiento del cilindro del tubo.
- La pajilla de drenaje y la válvula de drenaje están instaladas en el tapón posterior.

Colector y componente

- El colector está conectado con los 11 tubos juntos para facilitar la carga / descarga del gas.
- El cable flexible puede deducir fácilmente el flujo de gas y el estrés con la temperatura varía.
- Los discos de ruptura están instalados en ambos extremos del cilindro para cualquier accidente de seguridad.
- Las válvulas de aislamiento de 1 1/2" están instaladas en todos los cilindros y se instala una válvula maestra de 1" en la tubería principal para que el gas fluya de manera eficiente y fácil.
- Cada cilindro tiene su propia válvula de drenaje y la pajilla se ha extendido hasta la parte inferior del cilindro interior.
- Los medidores de presión y temperatura están instalados en el colector principal para indicar la variación de presión y temperatura durante los términos de carga / descarga.
- Los conectores rápidos se instalan después de la válvula maestra para conectar la manguera flexible.
- El dispositivo antirremolque se instala en el patín en caso de funcionamiento incorrecto.
- Todos los componentes deben ser de acero inoxidable y cumplir con todos los requisitos de GNC.

Partes:

Dispositivos de seguridad delanteros:

- La construcción de discos de ruptura.
- A prueba de fugas, fácil de cambiar.
- En caso de alta presión y alta temperatura.

Dispositivos de seguridad traseros:

- La construcción de discos de ruptura.
- A prueba de fugas, fácil de cambiar.
- En caso de alta presión y alta temperatura.

Válvula de bola:

- Mayor diámetro para dejar pasar el gas fácilmente.
- Fácil de operar.

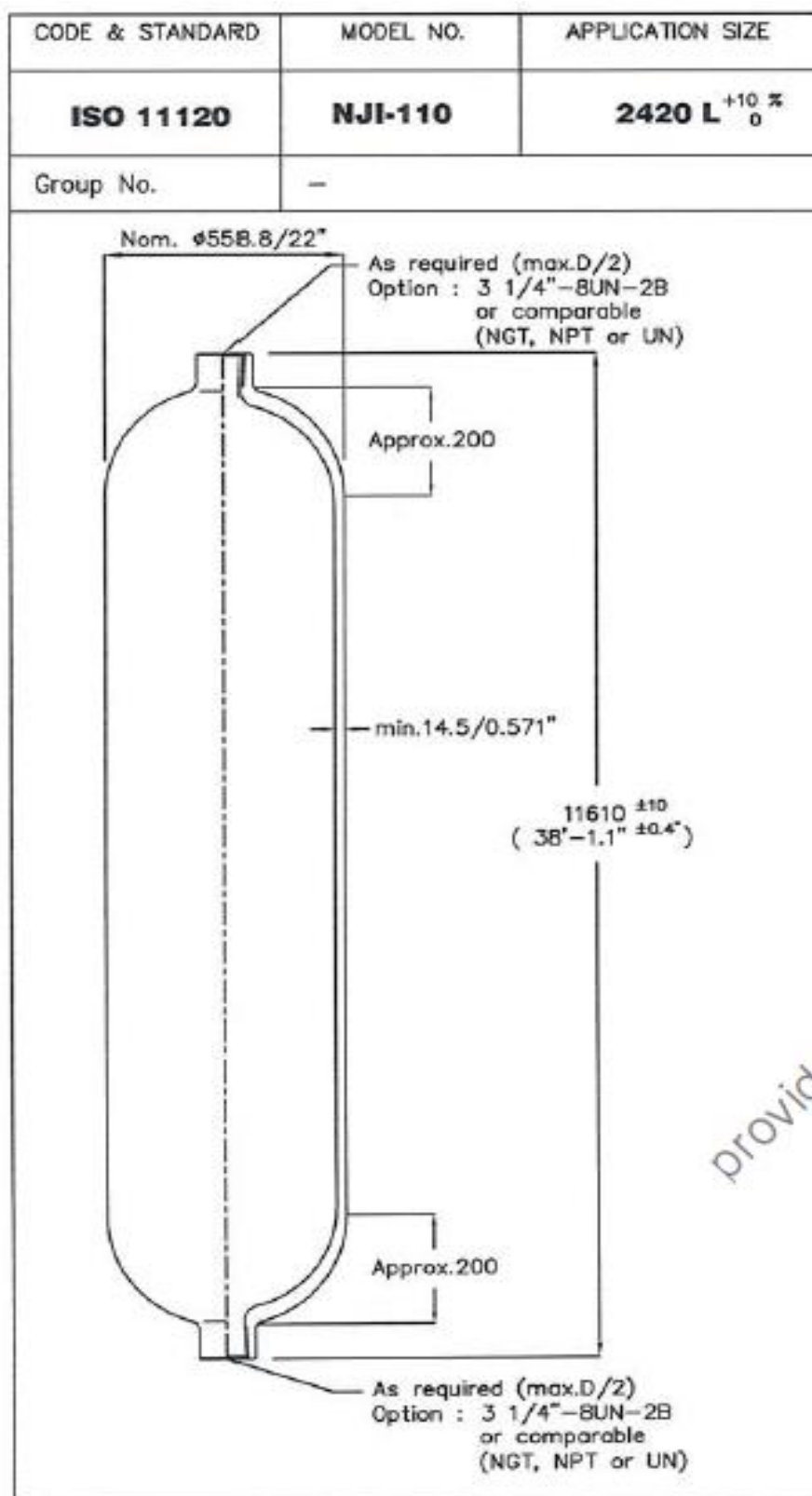
Válvula de drenaje:

- A prueba de fugas, uso a largo plazo.

Conector rápido-HANSEN serie 8HK:

- A prueba de fugas.
- Fácil de operar
- Cerrar automáticamente.

Figura N° 2.2. Vista esquemática de uno de los once tubos para transportar GNC.



Fuente: Gas Comprimido del Perú S.A. (GASCOP)

2.2.5.3. Otro sistema de transporte de GNC por gasoducto virtual

Esta otra tecnología ha sido desarrollada por la empresa Galileo y está basada en:

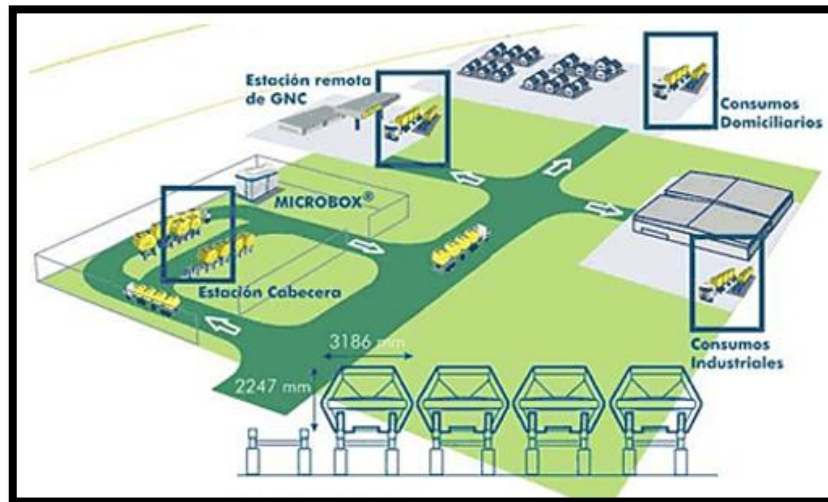
Estaciones modulares de compresión de GNC, Microbox / Microskid / Booster

Plantas modulares de regulación de presión

Sistema modular de almacenamiento "MAT" y Transporte de Gas Natural "ST"

Componentes del Sistema:

Figura N° 2.3. Componentes del Sistema Galileo

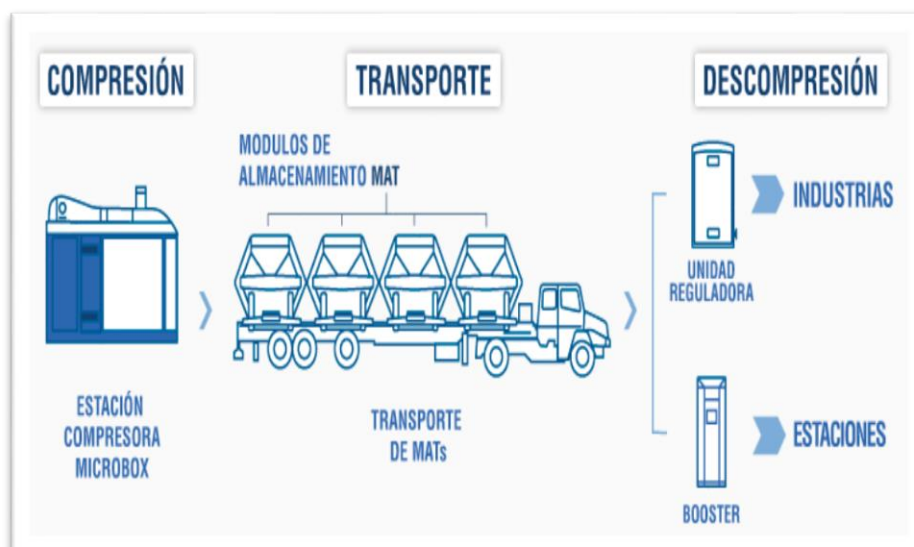


Fuente: Galileo Technologies S.A.

El sistema incorpora todos los elementos necesarios desde la compresión hasta la descompresión.

FUNCIONAMIENTO:

Figura N° 2.4. Descripción del funcionamiento del Sistema Galileo



Fuente: Galileo Technologies S.A.

- **Estación Cabecera**
Un MICROBOX / MICROSKID, conectado a un gasoducto existente, comprime el gas dentro de los módulos de transporte MAT. Estos se encuentran sobre plataformas, denominadas PA-C, especialmente diseñadas a tal fin. Las mismas permiten el llenado e intercambio de los módulos con el Sistema de Transporte de manera segura y eficiente.
- **Carga y Descarga**
A su arribo, el trailer de transporte intercambia los MAT vacíos que trae del punto de consumo por otros llenos. Este intercambio se realiza mediante máquinas ST especialmente diseñadas que se encuentran sobre el trailer y que son de muy sencilla operación. Las mismas pueden ser operadas por el mismo chofer del camión. Estas máquinas ST minimizan los tiempos de carga y descarga de los módulos manteniendo los más altos estándares de seguridad.
- **Transporte**
El vehículo transporta por carretera los módulos MAT a velocidades comunes para el transporte de cargas sin necesidad de sistemas adicionales de seguridad. Los módulos MAT se encuentran unidos al trailer a través de un sistema de anclaje que asegura un transporte seguro..

2.2.6. Procedimiento de seguridad a seguir durante la carga o descarga

La inspección y control del cumplimiento de todo lo expresado a continuación, se realiza por la seguridad pública, de la unidad y del personal actuante, por lo que se espera una amplia colaboración por parte de los conductores del conjunto móvil de GNC.

- 1.- Cada conductor deberá cumplir con las siguientes indicaciones al llegar a destino. Al ingresar el vehículo al lugar de descarga deberá ser inspeccionado por una persona designada responsable. Verificará la instalación eléctrica, la instalación industrial, el estado general del transporte, la carga y el mantenimiento de los extintores, calzas (cuñas) o topes fijos, que esté colocado el arresta llamas construido de acuerdo a norma, etc.: que conductor y el vehículo esté habilitado por la Entidad Competente.
- 2.- Se inspeccionará el sistema de evacuación de gases del motor (tubo de escape) para comprobar que no tenga roturas, fisuras, etc. que comprometan la seguridad.
- 3.- El vehículo ingresará y circulará. Una vez estacionado, se colocarán las calzas (o cuñas) respectivas, o limitado por topes fijos para evitar su desplazamiento.
- 4.- Se conectará a tierra el vehículo con la instalación correspondiente que a tal fin deberá poseer el lugar, asegurándose que se efectúe correctamente (conexiones bien apretadas sobre superficies limpias).
- 5.- Se reforzará la dotación permanente de extintores de zonas con el extintor propio del vehículo, colocándolo preferentemente a favor del viento.
- 6.- En caso de siniestro en el lugar de descarga, el conductor deberá acatar las instrucciones que imparta el personal que comanda las acciones, a fin de retirar el transporte.

2.3. MOTIVACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

- Reivindicaciones de los trabajadores en favor de la mejora de sus condiciones de vida y de trabajo.
- Consideración del trabajador como un ser humano y no como mero factor productivo, y conciencia del valor de la dignidad humana.
- Integración del trabajador en la empresa.

- Asunción por los empresarios del deber de seguridad hacia los trabajadores.
- Concienciación de la importancia de la seguridad y salud de los trabajadores como medio de mejora de la empresa.
- Existencia de una normativa legal que impone unas condiciones mínimas.
- Costos reparadores de daños al trabajador en caso de accidente o enfermedad profesional.
- Costos ocultos, difícilmente cuantificables, que afectan a la productividad y a la imagen de la empresa.

2.4. DERECHOS Y OBLIGACIONES FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES

El comité de Seguridad y Salud en el Trabajo es el organismo por el cual el patrón conoce las desviaciones de seguridad e higiene en los siguientes aspectos:

- El cumplir con las normas establecidas en las leyes de seguridad e higiene para evitar sanciones o accidentes.
- Mantenimiento del equipo y maquinaria de trabajo: calculando el tiempo de vida de la maquinaria a fin de evitar accidentes de trabajo.
- Aplicación de políticas de seguridad e higiene: por parte del empleador se debe cumplir con la creación y continuo mantenimiento de las comisiones de seguridad e higiene para encontrar los actos inseguros y de riesgo, para los trabajadores ya que son ellos los directamente afectados por algún accidente de trabajo, pudiendo llegar a perder hasta la vida.
- Participación de los responsables de las comisiones de seguridad e higiene: la secretaría de trabajo y previsión social debe exigir, orientar y ayudar al empleador, este a su vez debe exigir formar y ayudar a organizar el comité de Seguridad y salud en el Trabajo.
- Aplicación de programas de preventivos de seguridad e higiene: el patrón debe capacitar, adiestrar, motivar a los trabajadores esto se verá reflejado en la disminución de los accidentes.
- Actualizar los sistemas de información del trabajador: esto se logra poniendo un periódico mural, juntas de evaluación e informativas, cartas personales.
- Manejo adecuado del equipo de protección personal: motivar y capacitar al personal para usar la maquinaria que se utiliza.

El trabajador deberá:

- Denunciar los riesgos de trabajo en la empresa a su comisión mixta de seguridad e higiene: a fin de levantar un acta para que quede constancia del previo aviso a fin de que alguien que no lo ha visto salga dañado o muerto de ese acto inseguro.
- Proponer mejorar en los procesos de trabajo: esto es con el fin de que el trabajador este más a gusto, rinda más y evitar un accidente por apatía o descuido, logrando un mejor desempeño de su tarea.
- Participar en las actividades de seguridad e higiene: esto se logra motivando al trabajador con asociar al trabajador con los demás compañeros.

El sindicato deberá:

- Vigilar el cumplimiento de las normas referentes a la seguridad e higiene: esto se logra denunciando los actos inseguros de los trabajadores en su área laboral, ya que la unión de los trabajadores es muy fuerte.

Las autoridades laborales deberán:

- Percatarse, a través de las actas de las comisiones los riesgos mayores que estén presentes en las empresas y adecuar las acciones correspondientes con mayor efectividad; el comité de seguridad y salud en el trabajo no debe pasar por alto las condiciones inseguras de los trabajadores, informando al empleador para evitar un accidente.

2.5. RIESGOS LABORALES

2.5.1. Tipos de riesgos

2.5.1.1. Riesgos de seguridad

El principio de prevención señala que todos los accidentes tienen causas que los originan y que estos se pueden evitar identificando y controlando aquellas que los producen.

Los accidentes de trabajo se producen bien porque las personas cometen actos incorrectos o bien porque los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en condiciones adecuadas. En algunas ocasiones pueden originarse porque concurren ambas situaciones a la vez.

Las causas humanas se relacionan directamente con el comportamiento del trabajador y se traducen en conductas imprudentes o falta de respeto a las normas y/o a los procedimientos de trabajo. Estas causas son las de más difícil corrección ya que dependen de la formación y la motivación de las personas. Algunos ejemplos de estas conductas son: distracciones, exceso de confianza, falta de conocimiento de las actividades u operaciones a realizar, no usar los equipos de protección individual y adoptar posiciones inseguras o inadecuados procedimientos de trabajo.

Las causas técnicas hacen referencia a condiciones peligrosas o inseguras del entorno de trabajo. Estas causas son las de más fácil solución, solo hay que descubrir dónde se origina el riesgo y adoptar las medidas técnicas necesarias para evitarlo. Algunos ejemplos son: falta de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria, déficit de equipos de protección individual, carencia de dispositivos de seguridad en los equipos de trabajo, inadecuadas condiciones de los lugares de trabajo, deficiente señalización, escasa comunicación entre la empresa y los trabajadores, falta de orden y limpieza e instalaciones eléctricas inadecuadas.

Los accidentes de trabajo se pueden prevenir realizando una vigilancia constante sobre los actos inseguros de los trabajadores y sobre las condiciones peligrosas que existan en el ambiente de trabajo.

En concreto, los principales riesgos de seguridad a los que está expuesto el soldador mientras realiza los trabajos de soldadura son los siguientes:

- * Caída de personas al mismo nivel / Caída de personas a distinto nivel
- * Caída de objetos en manipulación.
- * Choques contra objetos.
- * Golpes / cortes por objetos o herramientas.
- * Atrapamientos entre piezas.
- * Proyecciones de fragmentos o partículas.
- * Contactos térmicos / Contactos eléctricos.
- * Explosiones e incendios.

2.5.1.2. Riesgos físicos

Están constituidos por factores inherentes a las operaciones realizadas en el puesto de trabajo y sus alrededores, producto de las instalaciones y los equipos. Incluyen ruidos, radiaciones, temperaturas extremas, presión barométrica y humedad extrema, iluminación, vibración, microondas, rayos láser, radiación infrarroja y ultravioleta, y electricidad.

2.5.1.3. Riesgos Químicos

Están constituidos por todas las sustancias químicas y materiales que se encuentran en las áreas de trabajo o en sus alrededores, por cuyo contacto o exposición en concentraciones

mayores de las permisibles pueden causar alteraciones en la salud. Se incluyen vapores, neblinas, gases, humos metálicos, polvos, líquidos y pastas.

2.5.1.4. Riesgos Ergonómicos

La Ergonomía es la ciencia del hombre en el trabajo y cuya preocupación fundamental es hacer la zona de interacción hombre/máquina/ambiente tan segura, eficiente y cómoda como sea posible. Se interesa por:

- Diseño del lugar de trabajo;
- Posición en el trabajo;
- Manejo manual de materiales;
- Ciclos de trabajo/descanso
- Asientos; etc.

2.5.1.5. Riesgos Psicosociales:

Se definen como aquellas condiciones presentes en una situación laboral directamente relacionadas con la organización del trabajo y su entorno social, con el contenido de trabajo y la realización de la tarea y que se presentan con capacidad para afectar el desarrollo del trabajo y la salud (física, psíquica o social) del trabajador. Así, unas condiciones psicosociales adversas están en el origen tanto de determinadas conductas y actitudes inadecuadas en el desarrollo del trabajo como de determinadas consecuencias perjudiciales para la salud y para el bienestar del trabajador.

2.5.2. Métodos de evaluación de riesgos

2.5.2.1. Método cualitativo

Se pueden utilizar cuando el nivel de riesgo sea bajo y no justifica el tiempo y los recursos necesarios para hacer un análisis completo. O bien porque los datos numéricos son inadecuados para un análisis más cuantitativo que sirva de base para un análisis posterior y más detallado del riesgo global del emprendedor.

Los métodos cualitativos incluyen:

- Lluvia de ideas (Brainstorming)
- Cuestionario y entrevistas estructuradas
- Evaluación para grupos multidisciplinarios
- Juicio de especialistas y expertos (Técnica Delphi)

2.5.2.2. Método cuantitativo

Se consideran métodos cuantitativos a aquellos que permiten asignar valores de ocurrencia a los diferentes riesgos identificados, es decir, calcular el nivel de riesgo del proyecto.

Los métodos cuantitativos incluyen:

- Análisis de probabilidad
- Análisis de consecuencias
- Simulación computacional

2.5.2.3. Método semicuantitativo

Se utilizan clasificaciones de palabra como alto, medio o bajo, o descripciones más detalladas de la probabilidad y la consecuencia.

Estas clasificaciones se demuestran en relación con una escala apropiada para calcular el nivel de riesgo. Se debe poner atención en la escala utilizada a fin de evitar malos entendidos o malas interpretaciones de los resultados del cálculo.

2.6. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.6.1. En seguridad y salud en el trabajo

La Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, está basada en la norma OHSAS 18001: 2007, la misma que tiene su principio en la prevención de riesgos.

- 1. Accidente de Trabajo (AT):** Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, y aun fuera del lugar y horas de trabajo.
- 2. Actos Subestándares:** Es toda acción o práctica incorrecta ejecutada por el trabajador que puede causar un accidente.
- 3. Auditoría:** Procedimiento sistemático, independiente y documentado para evaluar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, que se llevará a cabo de acuerdo a la regulación que establece el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.
- 4. Autoridad Competente:** Ministerio, entidad gubernamental o autoridad pública encargada de reglamentar, controlar y fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales.
- 5. Capacitación:** Actividad que consiste en transmitir conocimientos teóricos y prácticos para el desarrollo de competencias, capacidades y destrezas acerca del proceso de trabajo, la prevención de los riesgos, la seguridad y la salud.
- 6. Condiciones Subestándares:** Es toda condición en el entorno del trabajo que puede causar un accidente.
- 7. Control de riesgos:** Es el proceso de toma de decisiones basadas en la información obtenida en la evaluación de riesgos. Se orienta a reducir los riesgos a través de la propuesta de medidas correctivas, la exigencia de su cumplimiento y la evaluación periódica de su eficacia.
- 8. Cultura de seguridad o cultura de prevención:** Conjunto de valores, principios y normas de comportamiento y conocimiento respecto a la prevención de riesgos en el trabajo que comparten los miembros de una organización.
- 9. Enfermedad Ocupacional:** Condición física o mental adversa e identificable que suceden y/o se empeoran por alguna actividad de trabajo y/o una situación relacionada con el trabajo.
- 10. Equipos de Protección Personal (EPP):** Son dispositivos, materiales e indumentaria personal destinados a cada trabajador para protegerlo de uno o varios riesgos presentes en el trabajo y que puedan amenazar su seguridad y salud.
- 11. Ergonomía:** Llamada también ingeniería humana. Es la ciencia que busca optimizar la interacción entre el trabajador, máquina y ambiente de trabajo con el fin de adecuar los puestos, ambientes y la organización del trabajo a las capacidades y características de los trabajadores a fin de minimizar efectos negativos y mejorar el rendimiento y la seguridad del trabajador.

12. **Desempeño Seguridad y salud ocupacional:** Resultados medibles de la gestión de una organización, de sus riesgos en seguridad y salud ocupacional.
13. **Documento:** Información y su medio de soporte.
14. **Evaluación de riesgo:** Proceso de evaluar el riesgo que se presenta durante algún peligro(s), tomando en cuenta la adecuación de cualquier control existente, y decidiendo si el riesgo(s) es o no aceptable.
15. **Gestión de Riesgos:** Es el procedimiento que permite, una vez caracterizado el riesgo, la aplicación de las medidas más adecuadas para reducir al mínimo los riesgos determinados y mitigar sus efectos, al tiempo que se obtienen los resultados esperados.
16. **Identificación de Peligros:** Proceso mediante el cual se localiza y reconoce que existe un peligro y se definen sus características.
17. **Incidente:** Suceso acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales, o en el que éstas sólo requieren cuidados de primeros auxilios.
18. **Lesión:** Alteración física u orgánica que afecta a una persona como consecuencia de un accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
19. **Medidas de prevención:** Las acciones que se adoptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo y que se encuentran dirigidas a proteger la salud de los trabajadores contra aquellas condiciones de trabajo que generan daños que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el cumplimiento de sus labores. Además, son medidas cuya implementación constituye una obligación y deber de los empleadores.
20. **Peligro:** Situación o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a las personas, equipos, procesos y ambiente.
21. **Pro actividad:** Actitud favorable en el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo con diligencia y eficacia.
22. **Riesgo Laboral:** Probabilidad de que la exposición a un factor o proceso peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión.
23. **Salud:** mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones; prevenir todo daño a la salud causado por las condiciones de trabajo y por los factores de riesgo; y adecuar el trabajo al trabajador, atendiendo a sus aptitudes y capacidades.
24. **Seguridad:** Son todas aquellas acciones y actividades que permiten al trabajador laborar en condiciones de no agresión tanto ambientales como personales para preservar su salud y conservar los recursos humanos y materiales.
25. **Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo:** Conjunto de elementos interrelacionados o interactivos que tienen por objeto establecer una política, objetivos de seguridad y salud en el trabajo, mecanismos y acciones necesarias.

2.6.2. En gas natural comprimido

1. **Conjunto móvil de GNC:** conjunto constituido por un vehículo adecuado para transportar el módulo contenedor o de almacenamiento, los elementos necesarios para la carga y descarga de GNC, y otros para su traslado seguro.
2. **Estación de compresión:** establecimiento de dimensiones adecuadas que cuenta con los equipos necesarios para realizar el proceso de compresión y almacenamiento, para su posterior transporte y comercialización de GNC. Véase figura N° 01 A, B, C, D.
3. **Estación de descarga:** establecimiento de dimensiones adecuadas que cuenta con los equipos necesarios para realizar la descarga de los módulos contenedores o de almacenamiento y la transferencia del GNC a instalaciones fijas tales como redes de distribución, estaciones de GNV, industrias, generadores. Véase la figura 2 y figura 4.
4. **Gas natural comprimido (GNC):** gas natural odorizado que ha sido sometido a compresión en una estación de compresión, a una presión máxima de trabajo de 25 MPa (250 bar), para su posterior almacenamiento, transporte y/o comercialización.
5. **Material no combustible:** significará material que no inflamará, no arderá, no liberará vapores inflamables, soportará la combustión, cuando es sometido al fuego o calor, tales como o los que se componen de acero, hierro, arcilla (ladrillos, tejas, etc), pizarra, vidrio, yeso, tierra (adobe) y otros que cumplan con una norma técnica peruana o que cumplan la ASTM E 136.
6. **Módulo contenedor o de almacenamiento:** conjunto de cilindros para GNC unidos por un colector o colectores (manifold) con sus accesorios, y la estructura autoportante que los soporta conformando una unidad de almacenamiento; transportable; fijo al transporte o desmontable, e intercambiable en el caso de ser desmontable.
7. **Cilindro para GNC:** recipiente utilizado para el almacenamiento de GNC, con una presión máxima de trabajo de 25 MPa (250 bar).

2.7. MARCO LEGAL

- Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- D.S. N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Ley 30222, Ley que modifica la Ley 29783.
- D.S. N° 006-2014-TR, Reglamento que modifica el Reglamento de la Ley 29783.
- DECRETO SUPREMO N° 057-2008-EM, Aprueban Reglamento de Comercialización de Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural Licuefactado (GNL).
- DECRETO SUPREMO N° 063-2005-EM, Dictan Normas para promover el consumo masivo de Gas Natural.
- DECRETO SUPREMO N° 043-2007-EM, Aprueban el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos y Modifican Diversas Disposiciones.
- Norma Técnica Peruana NTP 111.031: 2008, GAS NATURAL SECO. Estación de compresión, módulos contenedores o de almacenamiento, y estación de descarga para el gas natural comprimido (GNC).

2.8. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.8.1. Hipótesis general

Mediante un análisis nodal en los puntos de control del transporte de gas natural comprimido a través de gasoductos virtuales, donde se generan riesgos asociados debido a los peligros existentes en el punto de despacho, el transporte y punto de descarga, lograremos la Prevención de Riesgos Laborales asociados al Transporte de Gas Natural Comprimido a través de Gasoductos Virtuales en el Norte del Perú, con la participación de todos los colaboradores.

2.8.2. Variables

Variable independiente: Desempeño en el circuito de transporte de gas natural (punto de carga, transporte y descarga).

Variable dependiente: Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo al desempeño en el circuito de transporte de gas natural (punto de carga, transporte y descarga), se tomarán las medidas de prevención de riesgos laborales en dicho circuito, a través de la implementación de medidas de control establecidas en propuestas.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE Y DISEÑO

Según el enfoque se pueden considerar los siguientes diseños para el presente trabajo de investigación:

Cuantitativo: no experimental.

Cualitativo: de investigación-acción.

3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Población de estudio

Los trabajadores que participan en el comercio de carga del gas natural comprimido en el lugar de origen, lo transportan y descargan en su destino final que se realizan en la región Piura.

3.2.2. Muestra de estudio

Los trabajadores del lote II que participan en la carga del gas natural comprimido en el lugar de origen, lo transportan y descargan en su destino final.

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

- **Descripción del procedimiento de carga de gas natural comprimido en el lugar de origen, transporte y descarga y, sus riesgos en seguridad, higiene, ergonomía y psicosociales.**

Se explicarán los procedimientos realizados para cada proceso en el análisis nodal de carga en el lugar de origen, transporte y descarga en el destino final donde se entregará el gas natural comprimido al comprador. También se mencionarán los riesgos asociados para cada proceso del mencionado análisis nodal.

- **Análisis y propuesta de mejora en la prevención de riesgos en el proceso de carga, transporte y descarga de gas natural comprimido.**

En la propuesta del Plan de Prevención de Riesgos Laborales, que incluirá información de páginas web, en los procesos de carga de gas natural comprimido en el lugar de origen, transporte y descarga en el destino final, se integrará las áreas de intervención de Seguridad Industrial, Higiene Industrial, Ergonomía, Psicosociología aplicada y Medicina del Trabajo.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

- **Técnicas de muestreo:**

Simple.

- **Técnicas de Recolección de Datos:**

Gabinete.

- **Instrumentos de recolección de Datos:**

Observación, Revisión Bibliográfica.

- **Instrumentos de análisis:**

Matrices, Tablas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO EN TRANSPORTE DE GNC

Acerca de los puntos de control para la Prevención de Riesgos Laborales Asociados al Transporte de Gas Natural Comprimido a través de Gasoductos Virtuales en el Norte del Perú, tenemos la carga del combustible en el lugar de compra, su transporte por medio de camiones especialmente acondicionados y la descarga en su destino final para la venta, o sea, un establecimiento de venta al público de gas natural para uso vehicular o un consumidor directo con instalaciones fijas.

Esta secuencia de carga, transporte y descarga corresponde a un análisis nodal de gas natural comprimido que empezará con la descripción previa de bloqueo, tarjeteo y verificación (LOTOTO siglas en inglés).

4.1.1. Descripción de bloqueo, tarjeteo y verificación

El objetivo de esta descripción es establecer los pasos a seguir al aplicar el sistema de Bloqueo, Tarjeteo y Verificación con el propósito de asegurar que los equipos se encuentren desconectados y evitar lesiones al personal y daños materiales.

El alcance de esta descripción está en su aplicación antes de realizar las maniobras de Enganche y Desenganche dentro del lugar de compra y el destino final (Planta GASCOP – El Alto y Planta Backus – Motupe).

Esta descripción corresponde perfectamente a un instructivo, que puede ser codificado en un formato para efectos de control documentario en un sistema de gestión.

Para la presente descripción se tomarán en cuenta las siguientes definiciones:

- **Caja de bloqueo grupal:** dispositivo de bloqueo y tarjetas de advertencia para aislar el Tracto Camión de toda probable omisión del protocolo de descarga.
- **Lototo (Lock-out / Tag-out / Try-out):** Bloqueo, Tarjeteo y Verificación. Incorporar al proceso de descarga y cambio de GTM, con la finalidad de aislar toda fuente de energía potencialmente peligrosa, se efectúa en equipos y/o instalaciones a través de la colocación de dispositivos de bloqueo y tarjetas de advertencia en los elementos de aislamiento de energía, que para nuestro caso sería el Tracto Camión.
- **Bloqueo:** Instalar un candado sobre la caja de bloqueo grupal para evitar la activación del Tracto sin la verificación de todos los involucrados.
- **Tarjeteo:** Utilizar una tarjeta de advertencia para confirmar el aislamiento del tracto e identificación del conductor que está realizando el trabajo.
- **Verificación:** Inspección de seguridad alrededor de la zona de trabajo (descarga) para asegurar que todos los equipos y accesorios se encuentren desconectados.

A continuación, se procederá al desarrollo de la Descripción de bloqueo, tarjeteo y verificación:

4.1.1.1. En el lugar de compra - Planta El Alto (GASCOP)

GASCOP autoriza el ingreso del tracto camión con el GTM cargado, el Conductor debe estacionar la unidad dentro de las instalaciones de GASCOP, apagará el tracto camión con el GTM enganchado y en presencia del Conductor del vehículo que transportará el gas natural comprimido (Servosa) y, el Operador de Planta y el Seguridad Patrimonial designados por GASCOP, colocarán la llave del tracto en la caja de bloqueo grupal.

Una vez colocada la llave del tracto camión en la caja de bloqueo, el Conductor y, el Operador de Planta GASCOP y el Seguridad Patrimonial colocarán sus candados respectivos y guardarán sus llaves.

El Conductor coloca su tarjeta de bloqueo en la caja de bloqueo, a fin de identificar al personal responsable de la unidad.

Todo el equipo involucrado (Conductor, Auxiliar, Operador de Planta y Seguridad Patrimonial) en la tarea, procede a registrarse indicando la hora de inicio en un formato de registro autorizado por GASCOP, Registro de Inicio y Término de Bloqueo.

Paso seguido, el Conductor y Operador de Planta verificarán que el GTM vacío que se va a retirar se encuentre completamente desconectado; en caso se verifique una condición no contemplada en el protocolo de descarga, se comunicará de inmediato al Jefe de Planta GASCOP y se suspenderá toda maniobra hasta que el Supervisor de Planta GASCOP autorice el reinicio de trabajos.

Finalmente, luego de garantizar que existen todas las condiciones de seguridad; cada integrante del bloqueo procederá a liberar la llave del tracto abriendo cada uno en forma independiente su candado respectivo. Luego se procede registrar la hora de término y a firmar el Registro de Inicio y Término de Bloqueo.

4.1.1.2. En el destino final - Planta Motupe (Backus)

Backus autoriza el ingreso del tracto camión con el GTM⁷ cargado, el Conductor debe estacionar la unidad dentro de las instalaciones del destino final (Backus), apagará el tracto camión con el GTM enganchado, en presencia del Auxiliar, ambos por parte del transportista (Servosa) y el Operador de Planta designado por Backus colocarán la llave del tracto camión en la caja de bloqueo grupal.

Una vez colocada la llave del tracto camión en la caja de bloqueo, el Conductor, el Auxiliar y el Operador de Backus colocarán sus candados respectivos y guardarán sus llaves.

Todo el equipo involucrado (Conductor, Auxiliar, Operador) en la tarea, procede a registrarse e indicando la hora de inicio en el formato de Registro de Inicio y Término de Bloqueo.

Paso seguido el Conductor, el Auxiliar y el Operador de Planta verificarán que el GTM vacío que se va a retirar se encuentra completamente desconectado; en caso se verifique una condición no contemplada en el protocolo de descarga, se comunicará de inmediato al Operador de Backus y se suspenderá toda maniobra hasta que el Supervisor de Backus autorice el reinicio de trabajos.

Finalmente, luego de garantizar que existen todas las condiciones de seguridad, cada integrante del bloqueo procederá a liberar la llave del tracto abriendo cada uno en forma

⁷ GTM – Gas Transport Module, cuya traducción es Módulo de Transporte de Gas.

independiente su candado respectivo. Luego se procede a registrar la hora de término y a firmar el formato de Registro de Inicio y Término de Bloqueo.

En caso se suscite la pérdida de alguna de las llaves de los responsables del bloqueo o de presentarse una condición de emergencia, el Supervisor de Backus autorizará la activación de un plan de contingencia para eliminar el bloqueo, el cual será registrado en el acta correspondiente para su evaluación posterior. Para tal fin, se contará con una tenaza que permita el retiro de los candados con la autorización del responsable de planta.

Es necesario observar, que no se realizarán las maniobras de enganche y desenganche de GTM si no se encuentra el responsable en las instalaciones del destino final (Operador de Planta Backus).

4.1.2. Procedimientos

El objetivo de este procedimiento es establecer la metodología de la operación de enganche y desenganche de GNC en planta y clientes de GASCOP para garantizar la funcionalidad y operación adecuada, protegiendo la seguridad y la salud de todos los trabajadores y personal de influencia, así como prevenir los daños al medio ambiente e instalaciones.

El alcance de este procedimiento es aplicable a todas operaciones de enganche y desenganche de cisterna de GNC (carretas) para el transporte de GNV para la empresa GAS COMPRIMIDO DEL PERÚ SA (GASCOP).

Para el presente procedimiento se tomarán en cuenta las siguientes definiciones:

- **Plataforma de Carga:** Zona de planta preparada para realizar la carga de GNV en la Cisterna.
- **Cisterna de GNC:** Unidad móvil que transporta un tanque hermético de GNC.

Se deberá tener en cuenta las siguientes referencias normativas:

- D. S. N° 057-2008-EM, Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transportes de GNC.
- Servicios Contratados de Gas Comprimido del Perú S.A. (GASCOP).

Para el presente procedimiento se tendrá en cuenta las responsabilidades del siguiente personal involucrado en las operaciones.

- **Gerente de Operaciones:**

- ✓ Asegurar el cumplimiento, la difusión, capacitación y entrenamiento del presente procedimiento.

- **Jefe SSOMAC**

- ✓ Verificar la eficacia de la capacitación del presente procedimiento con el objetivo de prevenir y/o reducir los incidentes.

- **Supervisor SSOMAC**

- ✓ Capacitar y entrenar bajo el presente procedimiento a los conductores de las unidades que realicen operaciones en la Planta de Almacenamiento y Plantas en Provincias.
- ✓ Realizar inspecciones para verificar el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Coordinador del Norte**

- ✓ Verifica en forma periódica el cumplimiento de este procedimiento.
- ✓ Realiza las supervisiones y la realización de este en campo.

- **Conductor**
 - ✓ Cumplir con el presente procedimiento.
 - ✓ Aplicar todas las medidas de seguridad contempladas en este procedimiento y realizar constantemente una revisión de los peligros existentes en la operación.
- **Auxiliar**
 - ✓ Realiza con el conductor el procedimiento de enganche y desenganche de la unidad, cumpliendo los procedimientos y estándares de seguridad.

A continuación, se iniciará el desarrollo del Procedimiento:

4.1.2.1. Procedimiento de carga de GNC en el lugar de compra (Planta GASCOP)

Cuando la unidad arriba al Terminal, el Conductor se reporta a Sala de Despacho con la documentación de la unidad, posteriormente se le autoriza el ingreso previa inspección documentaria del Conductor y unidad por parte de la Vigilancia, a su vez en Vigilancia se solicita confirmación de ingreso al Ingeniero de Turno.

Asimismo, el personal de vigilancia verificará lo siguiente:

- Uso obligatorio de ropa de trabajo y equipos de protección personal (casco, guantes, lentes, botas con punta de acero y ropa de trabajo).
- Unidad móvil en óptimas condiciones de operatividad (inspección visual).
- La cisterna debe contar con los siguientes documentos para la unidad:
 - SOAT,
 - Tarjeta de Propiedad,
 - Certificado de Inspección Técnica Vehicular (Revisión Técnica)
 - Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil,
 - DGH,
 - Plan de Contingencias
 - MSDS de GNC
 - Carnet de Capacitación
 - Licencia de Conducir
 - Inspección Pre-viaje
- El Conductor recibe la indicación del Operador de Isla para la ubicación que debe tomar la unidad en la Plataforma de Carga o en la zona de espera.
- Al ingresar la unidad a la plataforma de carga el Conductor debe cumplir con las siguientes medidas de seguridad:
 - Uso obligatorio de ropa de trabajo y equipos de protección personal (casco, guantes, lentes, botas con punta de acero y uniforme de trabajo).
 - Ubicación de los extintores en la zona de carga y/o descarga de la cisterna.
 - Ubicación de conos de seguridad en la parte posterior del vehículo.
 - Calzar la unidad con los tacos o trava llantas, los tacos se colocarán aprox. a 10 cm de las llantas para evitar que queden aprisionados y no se puedan retirar.
 - El conductor debe estar atento a las indicaciones del Operador de la plataforma de carga y retirarse al momento del inicio de la carga.
- El Conductor llega a la plataforma de estacionamiento llevando la documentación y espera la llamada para estacionarse en la zona de carga.

- El Conductor estaciona la unidad en la plataforma de carga, coloca sus tacos, conos y extintor.
- El Conductor desengancha la cisterna de GNC (carreta) y retira el tracto camión de la zona de carga luego se procederá de acuerdo a lo establecido en el formato de Registro de Bloqueo, Tarjeteo y Verificación (LOTOTO) en caso aplique.
- Una vez la cisterna de GNV este cargada y las mangueras desconectadas el conductor procede a enganchar el tracto camión a la cisterna de GNC, realiza la prueba de arrastre, recoge sus tacos, conos y extintor y procede a retirarse

4.1.2.2. Procedimiento de transporte terrestre por cisterna de GNC (Gasoducto Virtual)

Tabla N° 4.1. Hoja de ruta del transporte terrestre de GNC Piura – Chiclayo (Ida)

SERVOSA												HOJA DE RUTA											
Planta de Carga				Cliente								Lugar		Fecha		Hora		Kilometraje					
Ingreso a Terminal		Salida Terminal		Ingreso Cliente				Ingreso Descarga		Salida Descarga		Salida Cliente		Salida Base						Llegada Base			
Conductor												Placa de Tracto				Placa Cisterna							
Escorta												Guia Transportista				Guia Cliente							
												Capacidad				Producto							

Fuente: Empresa SERVOSA Gas S.A.C.

Tabla N° 4.2. Hoja de ruta del transporte terrestre de GNC Chiclayo – Piura (Retorno)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
Planta de Carga			Cliente					Lugar				Fecha	Hora	Kilometraje	
Ingreso a Terminal		Salida Terminal	Ingreso Cliente	Ingreso Descarga	Salida Descarga	Salida Cliente	Salida Base								
								Llegada Base							
Conductor			Placa de Tracto			Placa Cisterna			ORIGEN				CHICLAYO I		
Escorta			Guia Transportista			Guia Cliente			DESTINO				PIURA		
			Capacidad			Producto									
RETORNO															
IT	KILOMETROS A RECORRER	Km Carretera	LUGAR	RECORRIDO (HORAS)	LIMITE DE VELOCIDAD	FECHA	HORA REAL	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES							
1		799	GRIFO CHICLAYO I												
2	9.3	799	GRIFO CHICLAYO - UPRG	0:30	35 - 50			ZONA URBANA PRECAUCION 35 KM/H							
3	3.2	799	UPRG - OVALO MOCCE	0:10	35			ZONA URBANA PRECAUCION 35 KM/H							
4	19	818	OVALO MOCCE - MORROPE	0:25	35 - 70			RIO LA LECHE , PRECAUCION, DESBORDES							
5	3	821	MORROPE - PEAJE MORROPE	0:03	35 - 60			PRECAUCION ZONA URBANA, VELOCIDAD 35 KM/H							
6	39	860	KM 821 PEAJE MORROPE - REST OASIS	0:40	35 - 70			PRECAUCION DISMINUIR VELOCIDAD EN BADEN KM 836							
7	0	860	KM 860 (REST. OASIS)	0:45				PARADA T. - ALIMENTACION (INGRESAR A PARQUEO REST.)							
8	41	901	KM 860 REST OASIS - CRUCE BAYOVAR	0:42	35 - 70			PERCAUCION CON BORDES DE LA VIA , VIA DEBILITADA							
9	0	901	CRUCE BAYOVAR (REST EL CRUCENITO)	0:15				PARADA T. - ALIMENTACION (INGRESAR A PARQUEO REST.)							
10	36	937	KM 901 CRUCE BAYOVAR - REST SAN JOSE	0:38	35 - 70			PRECAUCION LAGUNA LA NINA, DESBORDES							
11	0	937	KM 937 REST. SAN JOSE (CALDO DE PATA)	0:15				PARADA T. - ALIMENTACION (INGRESAR A PARQUEO REST.)							
12	56	993	KM 937 REST SAN JOSE - CRUCE LA LEGUA	1:00	35 - 70			OBRAS EN LA VIA, PTE LA LEGUA, DESBORDE LAGUNA LA NINA KM 946, OBRAS							
13	10.5	1003.5	CRUCE LA LEGUA - PIURA (GRIFO PRIMAX)	0:25	15 - 35			ZONA URBANA VIA EN MAL ESTADO, HUECOS , DESNIVELES (VELOCIDAD MINIMA)							
217				5:48											
SI-FM-016-003															
CHR PIURA - CJCILAYO I															
CHR PIURA - CJCILAYO II															

SI-F-CM-016-003

Fuente: Empresa SERVOSA Gas S.A.C.

Según se observa en la Tabla N° 4.1, la ruta seguida por el conductor del camión cisterna, transportando GNC, comienza desde la salida del punto de control de carga de GNC de la planta de venta en El Alto y culmina en el patio de descarga del cliente que puede ser un consumidor directo con instalaciones fijas (como por ejemplo la empresa Backus y Jhonston o la ladrillera Lark) o un establecimiento de venta de gas natural vehicular (como por ejemplo una estación de servicio).

Esta ruta comprende tramos que debe seguir el conductor respetando los límites de velocidad en zonas urbanas, vías en mal estado, huecos, desniveles, badén, bordes de la vía, vía debilitada, desbordes de la laguna La Niña, etc., así como los límites de tiempo para cumplir con el cronograma establecido en la hoja de ruta.

En la Tabla N° 4.2, corresponde a la ruta que sigue el conductor cuando retorna.

4.1.2.3. Procedimiento de descarga de GNC en el lugar de destino (Cliente)

Finalmente, se realizará el procedimiento de descarga:

- Al llegar al recinto el Conductor parquea la unidad en una plataforma plana.
- Con la cisterna de GNC cargada, realiza la operación de desenganche, dejando la cisterna de GNC cargada a un lado, asegurando con tacos y conos.
- Realizan el cambio de carreta de acuerdo a lo establecido en el formato de Registro de Bloqueo, Tarjeteo y Verificación (LOTOTO) en caso aplique.
- El Conductor con ayuda de auxiliar se dirige a retirar la cisterna de GNC vacía para realizar el cambio, realizan la vuelta del gallo para verificar si las mangueras y cable puesta a tierra están desconectados.
- El Conductor realiza el proceso de enganche y retira la cisterna de GNC vacía del recinto, dejándolo afuera de éste.
- El Conductor engancha la cisterna de GNC cargada y con ayuda del hombre guía (auxiliar), lo ingresan al recinto, dejándolo con tacos, conos y extintor verificando que no quede nada suelto alrededor.
- El Conductor con ayuda del auxiliar engancha la cisterna de GNC vacía, recogen la documentación y proceden a retirarse.

4.2. ANÁLISIS DE RIESGOS LABORALES

Para el análisis de riesgos se elaboraron tres matrices de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control (IPERC) relacionadas al análisis nodal correspondiente al proceso de carga de GNC en el lugar de origen, al transporte y a la descarga en el destino final, las mismas que se ubican en el Anexo x.

El primer análisis de riesgo corresponde al proceso de carga de GNC en el lugar de origen:

En este proceso el personal involucrado está conformado por el monitor instructor, supervisor de operaciones, conductor y técnico mecánico.

Este personal realiza actividades de: Ingreso a planta y estacionamiento en la zona de carga, abastecimiento de GNC, traslado a la zona de descanso, retiro de la planta, pesaje de la unidad en la balanza, maniobras de enganche y desenganche de cisterna de GNC, cambio de carreta (GTM) y supervisión de trabajo.

En las actividades realizadas por este personal se identifican los diferentes peligros físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales, tales como: fuego y explosión, mecánico, eléctrico, sustancias químicas, fenómenos naturales, posturas forzadas y movimientos repetitivos, estrés e insatisfacción laboral.

Estos peligros permiten señalar un potencial riesgo de: trastorno musculo – esquelético, lumbalgia de conductor, voladuras de neumáticos, explosión, incendio, quemadura, muerte, caídas, resbalones, luxaciones, esguince, fracturas causadas por caída, corto circuito, incendio explosión, fuego, muerte, quemadura, mareos, desmayos ,daños a la vista, dermatitis, irritación de la piel, quemadura por frio, tropiezos, resbalones, atropello, choques, colisión, lesiones, daños de la unidad, daños a la propiedad, irritación de la piel, golpes, amputaciones, daños a las instalaciones.

Luego de la evaluación cualitativa de los riesgos existentes, se realizan los siguientes controles: usos responsables del instructivo bloqueo /verificación /tarjeteo LOTOTO, cumplir con los procedimientos enganches y desenganches de la cisterna GNC, identificar y llevar la hoja de seguridad MSDS del producto, identificación del rombo de seguridad NFPA, conocer el manejo y uso de extintores, primeros auxilios básicos y uso del botiquín, capacitación en procedimiento de enganche y desenganche de GTM, capacitación de ergonomía, capacitación de manejo defensivo 05 llaves Smith, charlas de 5 minutos, condiciones adversas, concientización, retroalimentación, control de horas de operación.

El segundo análisis de riesgo corresponde al proceso de transporte de GNC:

En este proceso el personal involucrado está conformado por el monitor instructor, supervisor de operaciones, conductor y técnico mecánico.

Este personal en el proceso de transporte de GNC realiza actividades de: conducción en ruta, conducción ingreso a planta y destino final, reparaciones menores en ruta, maniobra de retroceso, cambio de carreta – GTM, maniobras de enganche y desenganche.

En las actividades realizadas en el proceso de transporte de GNC, por este personal se identifican los diferentes peligros físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales, tales como: fuego y explosión, mecánico, eléctrico, rayos, falta de iluminación, objetos en la ruta, falta de visibilidad por lluvia, sustancias químicas, fenómenos naturales, posturas forzadas, movimientos repetitivos, estrés e insatisfacción laboral.

Estos peligros identificados en el proceso de transporte de GNC, permiten señalar un potencial riesgo de: somnolencia, fatiga, volcadura, choque, atropello, colisión, lesiones, infecciones respiratorias, inflamación de las vainas tendinosas, inserciones musculares y tendinosas, politraumatismo, paro cardiorrespiratorio, muerte, estrés, heridas contuso cortantes, lesión ocular, traumatismo ocular, politraumatismo, rotura del tanque de combustible y derrame de combustible, incapacidad, incendios, explosión, contusiones, caídas, golpes, cortes , fracturas, daños a la unidad tracto y carreta.

Luego de la evaluación cualitativa de los riesgos existentes en el proceso de transporte de GNC, se realizan los siguientes controles: capacitación de manejo defensivo, evaluación Smith, campañas de días festivos, charla de 5 minutos, plan para regresar con vida a casa en ruta larga, control de alcotest a las salida de ruta, políticas de alcohol y droga, uso de hombre guía, capacitación en fatiga y somnolencia, control de horas de operación, pausas activas en ruta largas, charla de los 3 puntos de apoyo, verificación de OPT de conducción, escaleras con barandas y escalones, botas antideslizantes, monitoreo GPS, inspecciones en ruta, control de velocidades, charlas de velocidad y volcadura, campaña de seguridad, plan de contingencias, extintores, capacitación en MATPEL nivel 1, verificar que el tubo de escape esté alejado del tanque de abastecimiento, matachispas en caso de salida horizontal, extintores PQS, práctica de simulacros y sistema de emergencia de cierre de válvulas.

El tercer análisis de riesgo corresponde al proceso de descarga de GNC en el destino final:

En este proceso el personal involucrado está conformado por el monitor instructor, supervisor de operaciones, conductor y auxiliar de unidad.

Este personal en el proceso de descarga de GNC en el destino final realiza actividades de: cambio de Carreta - GTM, maniobras de enganche y desenganche, y supervisión de trabajo.

En las actividades realizadas en el proceso de descarga de GNC en el destino final, por este personal se identifican los diferentes peligros físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales, tales como: fuego y explosión, mecánico, eléctrico, sustancias químicas, fenómenos naturales, posturas forzadas, movimientos repetitivos, estrés e insatisfacción laboral.

Estos peligros identificados en el proceso de descarga de GNC en el destino final, permiten señalar un potencial riesgo de: piso resbaladizo, conexión de manguera en abastecimiento de GNC, choque de vehículos, fuga de gases inflamables, partes en movimiento, sustancias que pueden ser inhaladas, dañar los ojos o causar lesiones por contacto con la piel, movimientos repetitivos, espacios inadecuados, baja iluminación, sobre esfuerzo, posturas inadecuadas, electricidad estática, Otros (consumo de alcohol y/o drogas), terremotos, maremotos y tsunamis.

Luego de la evaluación cualitativa de los riesgos existentes en el proceso de descarga de GNC en el destino final, se realizan los siguientes controles: realizar capacitación en orden y limpieza, dictar charlas de 5 minutos, verificar el uso de EPPs (botas antideslizantes, lentes de seguridad, camisa manga larga, chaleco reflectivo y otros), identificar y llevar la hoja de seguridad MSDS del producto, identificación del rombo de seguridad (NFPA), capacitación en temas de MATPEL, cumplimiento del procedimiento de enganche y desenganche de GTM, capacitación en manejo y uso de Extintores, participación de simulacros en plantas, participación en simulacros, uso responsable de botiquín, capacitación manejo defensivo 5 llaves del sistema Smith, dictado de taller de técnicas de manejo para conducción profesional modulo I -II, verificar el uso de cable a tierra, entrenamiento, señalización y zonas de evacuación.

4.2.1. Análisis económico de la seguridad e higiene industrial

El Análisis Económico es un Método para separar, examinar y evaluar tanto cuantitativa como cualitativamente, las interrelaciones que se dan entre los distintos agentes económicos, así como los fenómenos y situaciones que de ella se derivan; tanto al interior de la economía, como en su relación con el exterior.

Para la empresa, es evidente que los Riesgos de Trabajo tienen un costo que impacta el costo total del producto, sean bienes o servicios, aumentando consecuentemente el precio que los consumidores tienen que pagar, modificando la oferta y participando desde luego en las fluctuaciones del mercado.

4.2.2. Costos de accidentes y enfermedades

Los accidentes o las enfermedades relacionados con el trabajo son muy costosas y pueden tener muchas consecuencias graves, tanto directas como indirectas. Para los trabajadores, una enfermedad o un accidente laboral suponen, entre otros, los siguientes costos directos:

- El dolor y el padecimiento de la lesión o la enfermedad.
- La pérdida de ingresos.
- La posible pérdida de un empleo.
- Los costos que acarrea la atención médica (gastos médicos, traslado de los heridos, rehabilitación, etc.).
- Subsidios.
- Indemnizaciones y rentas.

4.2.2.1. Elementos de costo del accidente y enfermedades

- Todos los días del año hay trabajadores en todo el mundo sometidos a una multitud de riesgos para la salud, como: Polvos, Gases, Ruidos, Vibraciones, Temperaturas extremas.
- Existen dos clases principales de costos de accidentes:
 - a) Costos del seguro (asegurado o directo)
 - b) Costos sin asegurar (indirectos).
- En la teoría clásica los costos directos son:
 - ✓ Indemnizaciones
 - ✓ Gastos Médicos
 - ✓ DiariasCubiertos por el seguro (Seguridad Social).

4.2.2.2. Costos directos

Son los que más se ven, son los que como en un iceberg emergen y son fácilmente mensurables. Son aquellos derivados de las primas de seguridad de accidentes, gastos médicos, traslado de los heridos, rehabilitación, remedios y a veces indemnización.

- 1) La inversión en materia de la prevención de los Riesgos de Trabajo tales como medidas y dispositivos de seguridad, instalaciones, equipo de protección específico, señalamientos, cursos de capacitación y otras erogaciones.
- 2) Las cuotas o aportaciones que por concepto de seguro de Riesgos de Trabajo está obligado a pagar el empleador al seguro social, o a otras organizaciones similares o equivalentes.
- 3) Las primas o costos de los seguros adicionales para la empresa y los trabajadores.

4.2.2.3. Costos indirectos

Son el conjunto de pérdidas económicas tangibles que sufren las empresas como consecuencia de los Riesgos de Trabajo.

Uno de los costos indirectos más evidente es el padecimiento humano que se causa en las familias de los trabajadores, que no se puede evitar.

Ejemplos:

- 1) El tiempo perdido de la jornada laboral.
- 2) Los daños causados a las instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas.
- 3) Las pérdidas en materia prima, subproductos o productos.
- 4) El deterioro del ritmo de producción.
- 5) La disminución de la calidad.
- 6) El incumplimiento de compromisos de producción y la penalización de fianzas establecidas en los contratos.
- 7) La pérdida de clientes y mercados.
- 8) Los gastos por atención de demandas laborales.
- 9) El deterioro de la imagen corporativa.

4.2.3. Análisis de costos

4.2.3.1. Costo de la seguridad e higiene

La Comisión de Seguridad e Higiene, tiene como finalidad coordinar la revisión de las condiciones de seguridad e higiene en que se encuentran las instalaciones de la empresa.

Esta se integra por personal tanto de la parte patronal, como de la parte trabajadora, de manera equitativa.

4.2.3.2. Pérdidas por los accidentes y enfermedades

Según los datos de la OIT, anualmente se cobra más de 2 millones de vidas, parece estar aumentando debido a la rápida industrialización de algunos países en desarrollo.

En sus últimas estimaciones, la OIT descubrió que además de las muertes relacionadas con el trabajo, cada año los trabajadores son víctima de unos 268 millones de accidentes no mortales que causan ausencias de al menos tres días del trabajo y unos 160 millones de nuevos casos de enfermedades profesionales.

El riesgo de contraer una enfermedad profesional se ha convertido en el peligro más frecuente al que se enfrentan los trabajadores.

Estas enfermedades causan anualmente unos 1,7 millones de muertes relacionadas con el trabajo.

4.2.4. Rentabilidad

¿Si crees que la seguridad cuesta mucho dinero, prueba con los accidentes? Aunque la seguridad, la prevención tienen un costo, las empresas más rentables acostumbran a ser también las más seguras.

4.3. RESULTADOS

La experiencia argentina muestra que un conductor que transporta sustancias peligrosas puede viajar a una velocidad máxima de 80 km/h por un período de 14 horas y se estima un tiempo perdido de un 25% en el tiempo de viaje debido al tiempo que se tarda en cargar y descargar los módulos en las estaciones, tareas de mantenimiento y carga de combustible, es decir, se considera una distancia estimada de recorrido máximo por camión en un día a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Distancia de recorrido por día} = 80 \text{ km/h} \times 14 \text{ h} \times (1 - 0.25) = 840 \text{ km/d}$$

Dicho resultado implica una distancia equidistante de 420 kilómetros entre la ida y retorno desde el punto de carga y el punto de descarga.

Adecuándose a la realidad peruana, particularmente a la realidad piurana, el transporte de GNC se realiza a una velocidad máxima de 70 Km/h viajando 12 horas diarias y considerando un tiempo perdido de un 25% en el tiempo de viaje, se puede emplear la ecuación antes mencionada aplicada a la realidad argentina con la finalidad de verificar la distancia entre el punto de carga (El Alto) y el punto de descarga (Chiclayo).

$$\text{Distancia de recorrido por día} = 70 \text{ km/h} \times 12 \text{ h} \times (1 - 0.25) = 630 \text{ km/d}$$

El resultado anterior corresponde a la distancia recorrida diaria desde la ida hasta el retorno, por lo que la distancia entre los dos puntos antes mencionados sería la mitad, es decir, 315 kilómetros de distancia, lo que se corroboraría la información del Google Maps que da un resultado de 314 kilómetros que separa a las ciudades de El Alto y Chiclayo.

Todo este análisis de resultado de tiempo utilizado en cada etapa del proceso de transporte corresponde al transporte de GNC como mercancía peligrosa para un transporte seguro.

Este análisis está considerando una velocidad máxima de 70 km/h y una pérdida en el tiempo de transporte de un 25% de los tiempos programados para el transporte de GNC incluyendo

su retorno con los módulos de transporte de gas (GTM) vacíos, como se puede apreciar en las tablas 4.1 y 4.2.

4.4. DISCUSIÓN

Todas las actividades antropogénicas generan riesgos de mayor o menor grado, se sabe de los muchos accidentes ocurridos durante el transporte de mercancías peligrosas como lo son los combustibles líquidos así como el gas licuado de petróleo (GLP), hechos que han culminado con accidentes graves o fatales, muchos de los cuales por irresponsabilidad del conductor y/o por desperfectos del medio de transporte, pasando a ser parte de la estadística cotidiana que los medios de información nos lo hacen saber.

Es importante considerar el error humano como causa de accidentes, su capacitación para el manejo de vehículos de mercancías peligrosas debe ser permanente con la finalidad de sensibilizarlo para un manejo seguro. Otro aspecto a considerar es el control que debe ejercer la empresa para evitar la falta de disciplina para cumplir con sus obligaciones laborales, así como, la sobrecarga de horas de manejo que pueda llevarlo al estrés y agotamiento provocando los accidentes ocasionados por colisiones (choques) automovilísticos.

En la literatura no hay referencia estadística sobre accidentabilidad en transporte de GNC en el PERU.

Las condiciones climáticas existentes en la región Piura, con presencia del fenómeno El Niño de manera recurrente, generan un riesgo físico donde las condiciones para transitar seguro por carretera son inestables.

La elaboración de las matrices IPERC para los procesos de transporte de GNC, en algunos casos, suelen abreviar palabras empleando frases cortas que pueden ser entendida por el personal de experiencia, generando dificultad en algún personal involucrado, evitando su sensibilidad en estas operaciones.

Como alternativa al sistema de transporte de ductos y para los casos en los que se cuenta con bajo volumen de demanda o distancias muy grandes razonablemente económicas, es posible transportar el gas natural comprimido por medio del transporte por gasoducto virtual:

- GNC o Gas Natural Comprimido
- GNL o Gas Natural Licuefactado

La aplicación de cada opción depende de un estudio preciso para cada caso.

La tecnología del GNC parece ser muy ineficiente pues demanda mucho volumen de transporte, sin embargo, es muy barata en comparación al GNL, por lo que es posible que sea competitiva en bajos volúmenes y distancias cortas.

Los compresores de GNC están ampliamente difundidos, son muy competitivos en precio y en general, una planta de compresión de GNC puede costar 1/5 o 1/10 de su equivalente en GNL, sin embargo, el costo de transporte de los pesados módulos de GNC, que a su vez llevan mucho menos gas que los de gas natural licuado (GNL), hacen que sea antieconómico llevar GNC a grandes distancias.

En la ciudad de Arequipa su uso residencial se ha expandido a 5000 domicilios con una proyección para 64000 domicilios (empresa FENOSA, 2016), cuyo abastecimiento se da en la modalidad de gasoducto virtual transportándose el gas natural desde la planta de licuefacción de gas natural Pampa Melchorita, en la ciudad de Ica, hasta las plantas de regasificación de gas natural (donde el gas natural en estado líquido es sometido a un

incremento de temperatura para volverlo a su estado natural gaseoso) en Cerro Colorado y Sabandía, en la ciudad de Arequipa.

En los centros rurales y predios aislados, donde no hay densidad habitacional importante y donde las condiciones de desarrollo no han evolucionado, es poco probable que se logre disfrutar de la provisión de gas natural por ductos, tal como ocurre con el agua, telecomunicaciones, etc.

Una opción clara es promover el uso de estas tecnologías a través de Asociaciones Público Privadas, de manera que se facilite el acceso a este combustible y el uso del mismo en proyectos sustentables aplicados al mejoramiento de las condiciones de producción en las zonas aisladas.

Es también justo, reclamar la liberación del uso del GNL para el consumo doméstico, de manera que se aproveche la infraestructura de Perú LNG (siglas en inglés, en castellano GNL) para poder proveer el GNL por transporte marítimo, fluvial y terrestre a las regiones aisladas, facilitando así el acceso al combustible y garantizando el menor precio posible al mejorar la eficiencia de las inversiones existentes.

En general, se pueden apreciar ventajas de los gasoductos virtuales, en cuanto, a seguridad y confiabilidad en el transporte de módulos, a facilidad y rapidez de carga y descarga de módulos, a flexibilidad a la capacidad máxima de módulos a ser transportados y a la posibilidad de ser utilizado en todo tipo de carreteras.

CONCLUSIONES

1. Una opción clara es promover el uso de estas tecnologías para el transporte de GNC por gasoducto virtual a través de asociaciones público - privadas, de manera que se facilite el acceso a este combustible y el uso del mismo en proyectos sustentables, aplicados al mejoramiento de las condiciones de producción en las zonas aisladas y con seguridad.
2. Como alternativa al sistema de transporte de ductos y para los casos en los que se cuenta con bajo volumen de demanda o distancias muy grandes razonablemente económicas, es posible transportar el gas natural comprimido por medio del transporte por gasoducto virtual y de manera segura.
3. El abastecimiento por red de gasoductos es siempre mejor si el consumo es grande como en las centrales de gran potencia que abastecen consumos de una o varias ciudades de alta densidad poblacional y/o gran cantidad de industrias, pero la alternativa de transporte de GNC a granel mediante el gasoducto virtual es una opción a considerar para las centrales de menor potencia y de localización distribuida, dónde la inversión o capacidad de suministro de un gasoducto no es económicamente viable debido a que equivale a tener poca demanda de pocos clientes.
4. Los sistemas de transporte de gas flexibles a través de gasoductos virtuales son más convenientes cuando las bajas inversiones en el sector productivo retrasan las obras en gasoductos o redes de distribución y cuando la variabilidad del precio internacional de hidrocarburos es amplia.
5. Disminuye el riesgo ante explosiones, debido que el gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire.
6. Fortalecer capacitaciones en afianzamiento del manejo de transporte de materiales combustibles y sensibilización para el manejo seguro.
7. Enfatizar en el control del rol de guardias de conductores, de transporte de GNC, para que garantice el descanso necesario, que evite el estrés y el cansancio, fijando en los conductores una disciplina de manejo con seguridad.
8. La seguridad va a depender del perfil psicológico del conductor que transporta la carga de GNC.
9. Para todos los procesos de transporte de GNC en la modalidad de gasoducto virtual debe elaborarse una matriz IPERC que grafique los peligros y riesgos a los que los trabajadores están expuestos al realizar sus labores cotidianas.

RECOMENDACIONES

1. Dentro de un análisis de trabajo seguro se cumplir con la renovación de materiales complementarios y accesorios en cada proceso señalado en el análisis nodal (carga, transporte y descarga) según lo recomendado por el fabricante con la finalidad de evitar impactos ambientales y realizar un trabajo seguro.
2. La empresa asumirá la responsabilidad de llevar un control psicológico a través de un examen ocupacional realizado por un profesional competente de los conductores que transportan la carga de GNC en la modalidad de gasoducto virtual.
3. La elaboración de la matriz IPERC debe hacerse utilizando un lenguaje claro y sencillo donde las acciones sean de fácil entendimiento e interpretación para el personal involucrado, más aún para un personal nuevo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- COMPRESION Y TRANSPORTE DE GAS NATURAL COMPRIMIDO - GNC PROPUESTA REGULATORIA PARA CONSULTA. COLOMBIA, AGOSTO 10 DE 2004.
[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/52188526a7290f8505256eee0072eba7/97ad0f53888d88c90525785a007a69c8/\\$FILE/D-048%20TRANSPORTE%20GNC%20.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/52188526a7290f8505256eee0072eba7/97ad0f53888d88c90525785a007a69c8/$FILE/D-048%20TRANSPORTE%20GNC%20.pdf)
- 2.- MASIFICACIÓN DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ - III CONGRESO NACIONAL DE FISCALES AMBIENTALES EN AYACUCHO. OSINERGMIN, JUNIO DEL 2013.
http://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/2578_masificacion_del_gn_en_el_peru.pdf
- 3.- INFORME QUINCENAL DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA. AGOSTO 2012.
<https://issuu.com/ronnierojaslizana/docs/informe-quincenal-hidrocarburos-sistemas-de-transp>
- 4.- NATURAL GAS TECHNOLOGIES – GALILEO. GASODUCTO VIRTUAL.
<http://www.iapg.org.ar/sectores/eventos/eventos/listados/presentacionesjornadas/003.pdf>
- 5.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE GASODUCTOS VIRTUALES FRENTE A OTRAS ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES. AUTOR: JULIÁN GREGORIO DE LAS HERAS.
<https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/194/Proyecto%20Final%20Gasoductos%20 Virtuales.pdf?sequence=1>
- 6.- CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL USO DEL GAS NATURAL E INSTALADORES CERTIFICADOS. OSINERGMIN, JUNIO DEL 2013. ING. WILMER CASTRO LOZANO. JULIO 2015.
<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoMoquegua/2/Condiciones-seguridad-uso-del-Gas-Natural-Instaladores-Certificados.pdf>
- 7.- LA SEGURIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN Y MANIPULACIÓN DEL G.L.P. FRANCISCO JIMÉNEZ - DIRECTOR DE SEGURIDAD, CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE -REPSOL-YPF.
http://www.f2i2.net/web/publicaciones/libro_seguridad_industrial/lsi_cap15.pdf
- 8.- SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN UNA PLANTA DE GASIFICACIÓN DE GAS NATURAL. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. CARLA RODRIGUEZ PANIAGUA. JUNIO 2017.
http://oa.upm.es/47321/1/TFG_CARLA_RODRIGUEZ_PANIAGUA.pdf

ANEXOS

ANEXO A1: Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control (IPERC) en el punto de carga de GNC en el lugar de compra (PLANTA GASCOP)

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	26/12/2016
FECHA DE REVISIÓN:	05/01/2017

EQUIPO EVALUADOR

Frank Peña Sanchez, Jenny Maza Chiniñin, Wilfredo Neira Gutierrez, Santos Medina Velasquez, Juan Carlos Saldarriaga, Rafael Flores Elias, Delvis Varona Becerra, Oscar Mercado Aiza.

Código de Proceso PP	Identificación de ocupación	Descripción de Actividad	Tipo de peligro	Código / Peligro CMN	Descripción del peligro	Riesgo	Controles existentes	Situación		Evaluación del Riesgo Ocupacional							Requisito Legal o Voluntario N°	Significativo SI / NO	CONTROL OPERATIVO DEL PELIGRO					Evaluación del Riesgo Ocupacional Residual																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
								Referencia	No Referencia	Emergencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia			IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia	IP Frecuencia

SI-P-SMC-013-005

ANEXO A2: Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control (IPERC) para el transporte terrestre de GNC a través del gasoducto virtual.

■

SI-F-SMC-013-005

48

ANEXO A3: Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control (IPERC) en el punto de descarga de GNC en el destino final (CLIENTE)

SERVOSA										Evaluación del Riesgo Ocupacional										CONTROL OPERATIVO DEL PELIGRO					Evaluación del Riesgo Ocupacional Residual							
Código de Proceso PP	Identificación de ocupación	Descripción de Actividad	Tipo de peligro	Código / Peligro CNR	Descripción del peligro	Riesgo	Controles existentes	Situación		Evaluación del Riesgo Ocupacional							Requisito Legal o Voluntario N°	Significativo SI / NO	ELIMINAR	SUSTITUIR	INGENIERIA	ADMINISTRATIVO	EPPS	IE-Esguantes	IF-Frecuencia	MI-Método	IC-Capacitación	IS-Seriedad	IR-Índice Riesgo Ocupacional	Nivel de riesgo		
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Físico (Mecánico)	701	Piso resbaladizo	Caidas, resbalones, laceraciones, esguinces, fracturas causadas por caída	Capacitación en orden y limpieza, Charlas de 5 minutos, uso de EPPS (sobretudo Botes antideslizantes)	x		1	3	0	0	1	5	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 39,	NO				Diffusion IPERC	Zapatos Antideslizantes									
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Químico	901	Conexión de manguera en abastecimiento de GNC	Explosión, incendio, quemadura, muerte	Identificación de la hoja de seguridad MSDS del producto, Rombo de seguridad, NFPA, Capacitación en temas de MATPEL / Procedimiento de enganche y desenganche de GTM, Taller de Manejo y uso de extintores y participación de simulacros en planta.		x	1	3	0	0	3	7	BAJO	15-2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 13-2007-EM Reglamento de seguridad para las actividades de h, artículo 80, 221 26-1994 EM Reglamento de Seguridad para el Transporte de h, Artículo 78, 87,88,89,102,104,109	NO			Instalación de válvulas anti choque (shut off) a postes de descargas.	Implementación de Instructivo de Bloqueo /Verificación/Trajelao - LOTOTO, Procedimiento Maniobras de enganche y desenganche de GTM SI-IGASC-SMC-001	Uso Permanente de EPP,	2	3	1	1	0	7	BAJO		
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Químico	1002	Sustancias químicas que pueden ser inhaladas	Desmayo, mareos	Capacitación MSDS, Procedimiento instructivo de enganche y desenganche de GTM, uso de Botiquin y charlas de uso de EPPS	x		1	2	0	0	3	6	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 17, 2005 SA Reglamento sobre valores límite permisibles para agentes el ambiente de trabajo, artículo 5	NO				Diffusion IPERC										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Químico	1003	Sustancias que pueden causar lesiones por contacto con la piel con el GNC.	dermatitis, irritación de la piel	Uso de EPPs (guantes de cuero y camisa manga larga), capacitación del uso del MSDS V-2016, Procedimiento instructivo de enganche y desenganche de GTM, participación en simulacros y capacitación en adecuado uso del botiquín que debe estar bien implementado.	x		1	3	0	0	2	6	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 42,	NO				Diffusion IPERC	Guantes de Cuero /Badana									
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Químico	1004	Sustancias que pueden dañar los ojos	daños a la vista	Uso de EPPs (guantes de cuero y camisa manga larga), capacitación del uso del MSDS V-2016, Procedimiento instructivo de enganche y desenganche de GTM, participación en simulacros y capacitación en adecuado uso del botiquín que debe estar bien implementado.	x		1	3	0	0	2	6	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 39,	NO				Diffusion IPERC	Lentes de Seguridad									
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Eléctricos	803	Electricidad estática	Fuego incendio- Explosión	Cable a tierra, Procedimiento Instructivo de Enganche y Desenganche de GTM, Entrenamiento, Capacitación sobre uso y manejo de extintores, Uso de EPPS	x		1	3	0	0	2	6	BAJO	1994 EM Reglamento de Seguridad para el Transporte de h, Artículo 78, 87,88,89,102,104,109	NO			Instalación de válvulas anti choque (shut off) a postes de descargas, Cable a tierra /tenazas antiexplosivas cumple Norma NTP.	Diffusion IPER/Implementación de Instructivo de Bloqueo /Verificación/Trajelao - LOTOTO, Procedimiento Maniobras de enganche y desenganche de GTM SI-IGASC-SMC-001		1	3	1	0	2	7	BAJO		
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Mecánico	707	Vehículos	Atropello/Choques /Colision /Lesiones /Instalaciones /Equipos	Capacitación Manejo defensivo, 5 fases del Sistema Smith, Charlas 5 minutos, Taller Tecnicas de Manejo para Condución Profesional Modulo I-II (Conduce Servosa), uso de EPP's, chaleco reflectivo	x		1	3	0	0	3	7	BAJO	9-2002 MTC Establecen disposiciones a fin de lograr la uniforme del Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito, artículo 5 18-2009 MTC Reglamento Nacional de Tránsito, artículos 85, 86, 88, 89, 94, 96, 102, 103, 104 28-2003 MTC Reglamento Nacional de Vehículos, artículo 12 23-2001 MTC Reglamento Nacional de Tránsito, artículo 271 67-2010-MTC/I5, artículo 3 011-2010-MTC/I5, artículo 1 y 3 26-1994 EM Reglamento de Seguridad para el Transporte de h, Artículo 78	NO			Mantenimiento Preventivo, Predictivos y Correctivos a la Flota de Unidades	Diffusion IPERC OPT de Condución Instructivo de Enganche y desenganche Inducción Especifica Hombre Nuevo										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Fuego y Explosión	901	Gases inflamables	Explosión, quemadura, muerte	MSDS del producto, Rombo de seguridad, NFPA, Capacitación en Temas de MATPEL / Procedimiento de enganche y desenganche de GTM, Taller de Manejo y Uso de Extintores, Participación de simulacros en Plantas, Capacitación en Primeros Auxilios Básicos		x	1	3	0	0	3	7	BAJO	26-1994 EM Reglamento de Seguridad para el Transporte de h, Artículo 78, 87,88,89,102,104,109 23-2007-EM Reglamento de seguridad para las actividades de h, Artículo 17, 18, 19	NO				Diffusion IPERC										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Mecánico	706	Partes en Movimiento	Atrapamientos, golpes	Procedimiento Instructivo de enganche y desenganche de GTM, Entrenamiento Hombre Nuevo-HN, Controles de OPT Enganche y Desenganche GNC, Uso de EPPS	x		1	2	0	0	2	5	BAJO	2007-EM Reglamento de seguridad para las actividades de h, Artículo 17, 18, 19	NO				Diffusion IPERC										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Ergonómicos	1302	Peligros asociados a manejar objetos- Movimientos Repetitivos- Espacios Inadecuados - Baja iluminación -Sobre esfuerzo -Posturas inadecuadas	Lumbalgia.	Capacitación de Ergonomia,Charlas de 05 Minutos - Condiciones Inseguras -Espacios Inadecuados	x		1	2	0	0	2	5	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 17, 18-TR Aprueban la norma básica de ergonomía y de procedimientos de a riesgo disergonómico, artículo 4	NO				Diffusion IPERC										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Mecánico	701	Piso resbaladizo	Caidas, resbalones, laceraciones, esguinces, fracturas causadas por caída	Capacitación orden y limpieza, Charlas de 5 minutos, Botes antideslizantes, usos de EPPS,	x		1	3	0	0	1	5	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 39,	NO				Diffusion IPERC	Zapatos Antideslizantes									
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Sustancias Químicas	1002	sustancias que pueden ser inhaladas	Mascara de gases (caruchos contra gases y vapores orgánicos), Capacitación MSDS, Procedimiento instructivo de Enganche y desenganche de GTM, Capacitación de Primeros Auxilios Básicos - Uso de Botiquin		x		1	2	0	0	3	6	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 17, 2005 SA Reglamento sobre valores límite permisibles para agentes el ambiente de trabajo, artículo 5	NO				Diffusion IPER C-Inspeccion del Botiquin de Unidad										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Sustancias Químicas	1003	sustancias que pueden causar lesiones por contacto con la piel por el GNC.	Dermatitis, irritación de la Piel, Quemaduras	Guantes de Cuero, Camisa manga larga, Capacitación del uso del MSDS, Procedimiento de descarga, Botiquin de P.A, Charlas de 05 Minutos, Uso y Manipulación de los EPP	x		1	3	0	0	2	6	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 42,	NO				Diffusion IPER-Inspeccion de EPP,	Guantes de Cuero /Badana									
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Sustancias químicas	1004	sustancias que pueden dañar los ojos	Daños a la Vista	Lentes de seguridad, Camisa manga larga, Capacitación del uso del MSDS V-2016, Procedimiento Instructivo de Enganche y desenganche de GTM, participación en simulacros, Botiquín, uso de EPPS	x		1	3	0	0	2	6	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 39,	NO				Diffusion IPER-Inspeccion de EPP,	Lentes de Seguridad									
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Eléctricos	803	Electricidad estática	Fuego, incendio- Explosión	Cable a tierra, Procedimiento Instructivo de Enganche y Desenganche de GTM, Entrenamiento, Capacitación sobre uso y manejo de extintores, Uso de EPPS	x		1	3	0	0	2	6	BAJO	1994 EM Reglamento de Seguridad para el Transporte de h, Artículo 78, 87,88,89,102,104,109	NO			Instalación de válvulas anti choque (shut off) a postes de descargas, Cable a tierra /tenazas antiexplosivas cumple Norma NTP.	Implementación de Instructivo de Bloqueo /Verificación/Trajelao - LOTOTO, Procedimiento Maniobras de enganche y desenganche de GTM SI-IGASC-SMC-001/Plan de Contingencias										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Mecánico	707	Vehículos	Atropello/Choques /Colision /Lesiones /Instalaciones /Equipos	Capacitación Manejo defensivo, 5 fases del Sistema Smith, Charlas 5 minutos, Taller Tecnicas de Manejo para Condución Profesional Modulo I-II (Conduce Servosa), uso de EPP's, chaleco reflectivo	x		1	3	0	0	3	7	BAJO	9-2002 MTC Establecen disposiciones a fin de lograr la uniforme del Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito, artículo 5 18-2009 MTC Reglamento Nacional de Tránsito, artículos 85, 86, 88, 89, 94, 96, 102, 103, 104 28-2003 MTC Reglamento Nacional de Vehículos, artículo 12 23-2001 MTC Reglamento Nacional de Tránsito, artículo 271 67-2010-MTC/I5, artículo 3 011-2010-MTC/I5, artículo 1 y 3 26-1994 EM Reglamento de Seguridad para el Transporte de h, Artículo 78	NO			Mantenimiento Preventivo, Predictivos y Correctivos a la Flota de Unidades	Diffusion IPERC OPT de Condución Instructivo de Enganche y desenganche Inducción Especifica Hombre Nuevo										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Fuego y Explosión	901	Gases inflamables	Explosión, Quemadura, Muerte	MSDS del producto, Rombo de seguridad, NFPA, Capacitación en Temas de MATPEL / Procedimiento de enganche y desenganche de GTM, Taller de Manejo y Uso de Extintores, Participación de simulacros en Plantas.		x	1	3	0	0	3	7	BAJO	26-1994 EM Reglamento de Seguridad para el Transporte de h, Artículo 78, 87,88,89,102,104,109 23-2007-EM Reglamento de seguridad para las actividades de h, Artículo 17, 18, 19	NO			Mantenimiento Preventivo, Predictivos y Correctivos a la Flota de Unidades	Diffusion IPERC OPT de Condución Instructivo de Enganche y desenganche Inducción Especifica Hombre Nuevo		2	3	1	1	2	9	MODERADO		
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Mecánico	706	Partes en Movimiento	Atrapamientos, golpes	Procedimiento Instructivo de enganche y desenganche de GTM, Entrenamiento Hombre Nuevo-HN, Controles de OPT Enganche y Desenganche GNC, Uso de EPPS/ Charlas de 05 Minutos	x		1	2	0	0	2	5	BAJO	2007-EM Reglamento de seguridad para las actividades de h, Artículo 17, 18, 19	NO				Diffusion IPER OPT de Enganche y Desenganche de GNC										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Ergonómicos	1302	Peligros asociados a manejar objetos- Movimientos Repetitivos- Espacios Inadecuados - Baja iluminación -Sobre esfuerzo -Posturas inadecuadas	Trastorno musculo-esquelético Lumbalgia.	Capacitación de Ergonomia,pausas activas	x		1	2	0	0	2	5	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 17, 18-TR Aprueban la norma básica de ergonomía y de procedimientos de a riesgo disergonómico, artículo 4	NO			Mantenimiento Preventivo, Predictivos y Correctivos a la Flota de Unidades / Asientos -Butacas de las unidades tractos	Inducción especifica Hombre Nuevo/Inducción General - Capacitación Ergonomia - Diffusion del IPERC										
OP	Conductor/Auxiliar de Unidad - En Planta Backus	Cambio de Carreta-GTM Maniobras de Enganche y Desenganche	Psicosociales	1401	Repetitividad/Monotonía	Lesiones /Caidas /Golpes /Daños a las Instalaciones - Unidad y GTM	Capacitación /Concientización / Retroalimentación, Control de horas de operación, Procedimientos, Instructivos, Visitas Domiciliares / Pruebas de Alcotras.	x		1	2	1	1	2	7	BAJO	2012-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, artículo 33,	NO				Diffusion IPERC, Control del Roster Horas de Operación - Capacitación en Fatiga - Somnolencia-Inducción Especifica -Inducción General/ Hombre Nuevo										

PELIGROS

TABLA 2	
Categoría de Peligros Esta lista se presenta solo como orientación en la identificación de peligros, deberán analizarse la posible existencia de otros peligros según sea necesario	
700 Mecánico 701 Pisos resbaladizos y disparejos 702 Escaleras 703 Herramientas en altura 704 Personas en altura 705 Altura inadecuada sobre la cabeza 706 Partes en Movimiento (poleas, ejes, manivelas, etc) 707 Vehículos 708 Objetos en movimiento (equipos, aparejos, cadenas para izar, etc) 709 Objetos punzo cortantes 710 Proyección de objetos 800 Eléctrico 801 Contacto eléctrico directo 802 Contacto eléctrico indirecto 803 Electricidad estática 900 Fuego y Explosión 901 Gases inflamables 902 Líquidos inflamables 903 Sólidos inflamables 904 Combinación de agentes inflamables 1000 Sustancias químicas 1001 Sustancias que pueden causar daño si se ingieren 1002 Sustancias que pueden ser inhaladas (gases, polvos, vapores, etc) 1003 Sustancias que pueden causar lesiones por contacto o absorción por la piel 1004 Sustancias que pueden dañar los ojos 1100 Físicos 1101 Altas presiones 1102 Altas temperaturas 1103 Ruidos 1104 Vehículos	1200 Biológicos 1201 Virus 1202 Hongos 1203 Bacterias 1300 Ergonómicos 1301 Carga postural estática 1302 Peligros asociados a levantar/ manejar objetos manualmente 1303 Barandas de escaleras, etc, inadecuadas 1304 Diseño del puesto de trabajo 1400 Psicosociales 1401 Repetitividad, monotonía, horas extras 1402 Atención al público 1403 Estrés a nivel individual 1404 Estrés a nivel organizacional 1405 Ejecución de tareas en posición incorrecta 1500 Fenómenos naturales 1501 Rayos 1502 Inundaciones 1503 Terremotos, maremotos, tsunamis 1504 Neblinas 1600 Otros 1601 Actividades de los contratistas 1602 Violencia personal 1603 Trabajo confinado 1604 Elementos sometidos a grandes esfuerzos 1605 Animales 1606 Otros (describir)

PROBABILIDAD

TABLA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS									
	NULA 0	NO SIGNIFICATIVO 1	POCO SIGNIFICATIVO 2	SIGNIFICATIVO 3	MENOR 4	MODERADA 5	MAYOR 6	GRAVE 7	CATASTRÓFICO 8
NULA 0	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO
RARO 1	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO
IMPROBABLE 2	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
POCO PRBABLE 3	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO
POCO POSIBLE 4	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO
POSIBLE 5	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO	ALTO
PROBABLE 6	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO	ALTO	EXTREMO
CASI SEGURO 7	BAJO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO
SEGURO 8	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO

SEVERIDAD